C. D. 535.5:543.79:546.3

REVISÃO DE MÉTODOS POLAROGRÁFICOS DE DOSAGEM DE CATIÕES (*)

PELA ENG.ª QUÍM.-IND. (I. S. T.) MARIA TERESA ÁGUAS DA SILVA
Laboratório de Química dos C. E. E. N. (I. S. T.) — — Instituto de Alta Cultura

II — TITÂNIO

A — Introdução

I. M. Kolthoff [1] cita numerosos trabalhos sobre a polarografia do titânio.

Assim Zeltzer [2] observa uma onda bem definida para os sais titânicos em ClH, SO_4H_2 ou NO_3H 0,1N. A redução leva-os ao estado titanoso, e obtêm uma onda, em ClH 0,1M e gelatina 0,005 %, com $E_{1/2} = -0{,}81$ V (E. S. C.). Não verifica a redução de Ti (IV) em meio fortemente alcalino.

Segundo Esin [3] a redução do Ti (IV) em ácido diluído produz uma dupla onda, sendo a segunda onda devida à passagem de Ti (III) a Ti (II).

Forbes e Hall [4] demonstram que o Ti (II) pode existir em ClH diluído e que os polarogramas de Ti (IV) em ClH (0,02 a 0,5 M) mostram uma só onda, não se dando a redução depois do estado III.

Strubl [5] verificou que a redução do cloreto titânico e a oxidação do cloreto titanoso não são reversíveis em ClH diluído apresentando, portanto, potenciais diferentes (— 0,81 V e — 0,14 V em relação ao E.S.C.). Porém se se lhe adicionar ácido cítrico ou tartárico as ondas de redução e oxidação passam a ser reversíveis. Em ácido tartárico saturado os $E_{1/2}$ das ondas catódica e anódica são iguais a — 0,44 V (E.S.C.), sendo ambas as difusões de corrente bem definidas. Ondas semelhantes obtêm-se para o ácido cítrico, mas tornam-se irreversíveis pela adição de excesso de OHNa.

Para Cagliosi e Sartori [6] o potencial de redução dos sais titânicos em soluções alcalinas de tartarato de sódio, variam de — 0,9 a — 1,1V (E.S.C.), com a variação de 1/3 para 1/5 da relação entre o sal titânico e o tartarato de sódio.

Geller e Nikitin [7] recomendam o ácido tartárico como suporte electrolítico para a determinação do titânio em presença do ferro e do alumínio.

Também Adams [8] determina 98 % do titânio existente em argilas e seus resíduos. Usa como electrólito SO_4H_2 N, $C_2O_4Na_2$ saturado e ureia a 8 %, e verifica que o ferro e o alumínio não interferem na onda do titânio.

Vandenbosch [9] fez um estudo pormenorizado do Ti (IV) usando suportes electrolíticos de citrato, tartarato e oxalato e fazendo variar o pH das soluções. A onda titânica em citrato 0,4 M é bem desenvolvida, aumentando o $E_{1/2}$ com o pH:

pH.	0	3,0	7,0	11,5
$E_{1/2}$ (E.S.C.)	— 0,28	— 0,80	— 0,95	— 1,49

Para valores de pH maiores que 11,5 o titânio precipita.

A zona preferível para trabalhar é entre pH 5,5 e 6, pois, além da curva ser bem definida, consegue-se dosear o titânio em conjunto com o ferro.

Do mesmo modo Vandenbosch faz o estudo da onda do titânio em tartarato e verifica que esta só é bem definida para valores de pH menores que 2 ou entre 6 e 7. As ondas anódica e catódica do titânio só são reversíveis em tartarato para valores de pH menores que 1.

Usando um suporte electrolítico de $C_2O_4K_2$ 0,1 M, SO_4H_2M e gelatina 0,005 %, Vandenbosch obtém para o titânio uma onda bem definida, $E_{1/2} = -0{,}173$ V (E.S.C.) trabalhando a 25° C.

Como pretendíamos dosear em conjunto titânio, nióbio e tântalo, resolvemos utilizar esta última solução fundamental, visto que as soluções de tântalo e nióbio são realizadas em C_2O_4

(*) M. T. A. Silva — Revisão dos Métodos polarográficos da dosagem do urânio — «Técnica» 235; 41 — 1953.

$(NH_4)_2$ saturado. Modificámos a concentração em SO_4H_2 para 0,6 M e obtivemos uma onda bem definida com $E_{1/2} = -0{,}25$ V.

Dá-se uma variação do potencial de onda média com o pH, o que se pode verificar no quadro I.

B — Condições experimentais

Empregámos dois métodos polarográficos: o das curvas-padrão e o da comparação directa.

O primeiro método é preferível porque atenuamos mais o erro, visto que a curva padrão é obtida a partir dum certo número de ensaios. O segundo método é mais rápido pois desde que se faça o polarograma da solução a dosear ao mesmo tempo que um polarograma de um soluto padrão de titânio, encontramos logo o valor desconhecido pela comparação directa das alturas das ondas dos dois polarogramas obtidos. Também é conveniência deste método não ser obrigatório que as condições físicas sejam exactamente iguais às usadas quando do traçado da curva padrão.

Trabalhámos nas seguintes condições:

eléctrodo de referência	E.S.C.
amortecimento do galvanómetro	0
pH	0,4 a 0,6
temperatura	18° C
corrente de azoto	10 minutos
velocidade de gotejamento . .	24 got./minuto

A concentração da solução fundamental é:

$C_2O_4K_2$	0,1 M
gelatina	0,005 %
SO_4H_2	0,6 M

O_2Ti foi fundido com $S_2O_7K_2$ e a solução acidulada com SO_4H_2 antes de perfazer o volume desejado. O titânio provém de uma embalagem Merck com 99,34 % de O_2Ti e vestígios de ferro.

Na nossa solução 1 ml corresponde a 0,4967 mg de O_2Ti e 4 mg de $S_2O_7K_2$.

C — Conclusões

Obtivemos curvas de fácil leitura (fig. 1), em que se dão grandes variações da altura da onda para pequenas oscilações da concentração de titânio, o que nos permite dosear com mais rigor pequenas quantidades de titânio.

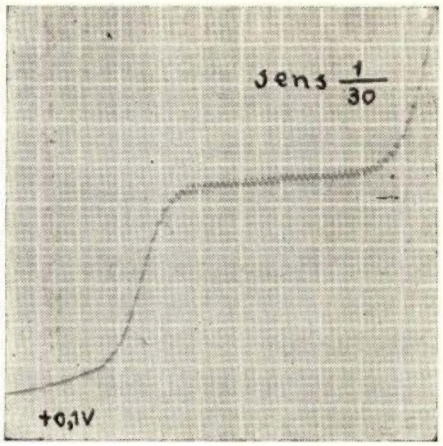


Fig. 1 — Polarograma correspondente a 0,993 mg de O_2Ti em $C_2O_4K_2$ 0,1 M, SO_4H_2 0,6 M e gelatina 0,005 %

QUADRO I

mg de O_2Ti	Altura da onda em mm		p H	$E_{1/2}$ Volt
	Sens. $\frac{1}{20}$	Sens. $\frac{1}{10}$		
0,149	6,5	13	0,7	— 0,28
0,248	10,5	21	< 0,2	— 0,25
0,248	10,5	21	0,51	— 0,27
0,497	20,4	39	<< 0,5	— 0,25
0,497	21	41,5	0,51	— 0,27
0,497	20,7	42	0,4	— 0,26
0,497	21	41,5	0,6	— 0,27
0,745	31,3	61,8	0,5	— 0,27
0,993	42	83	0,7	— 0,28
0,993	42	–	0,4	— 0,26
1,242	48	–	0,3	— 0,25
1,242	51,5	–	0,4	— 0,26
0,426	18	36	1,5	— 0,31
0,426	18	36	1,6	— 0,33
0,426	17,5	36	0,6	— 0,27

Verificámos que havia proporcionalidade entre a corrente de difusão e a respectiva concentração em titânio (quadro I) e a partir destes valores traçámos a curva padrão (gráf. 1).

Notámos que para pequenas variações de pH a altura da onda não era afectada, dando-se porém

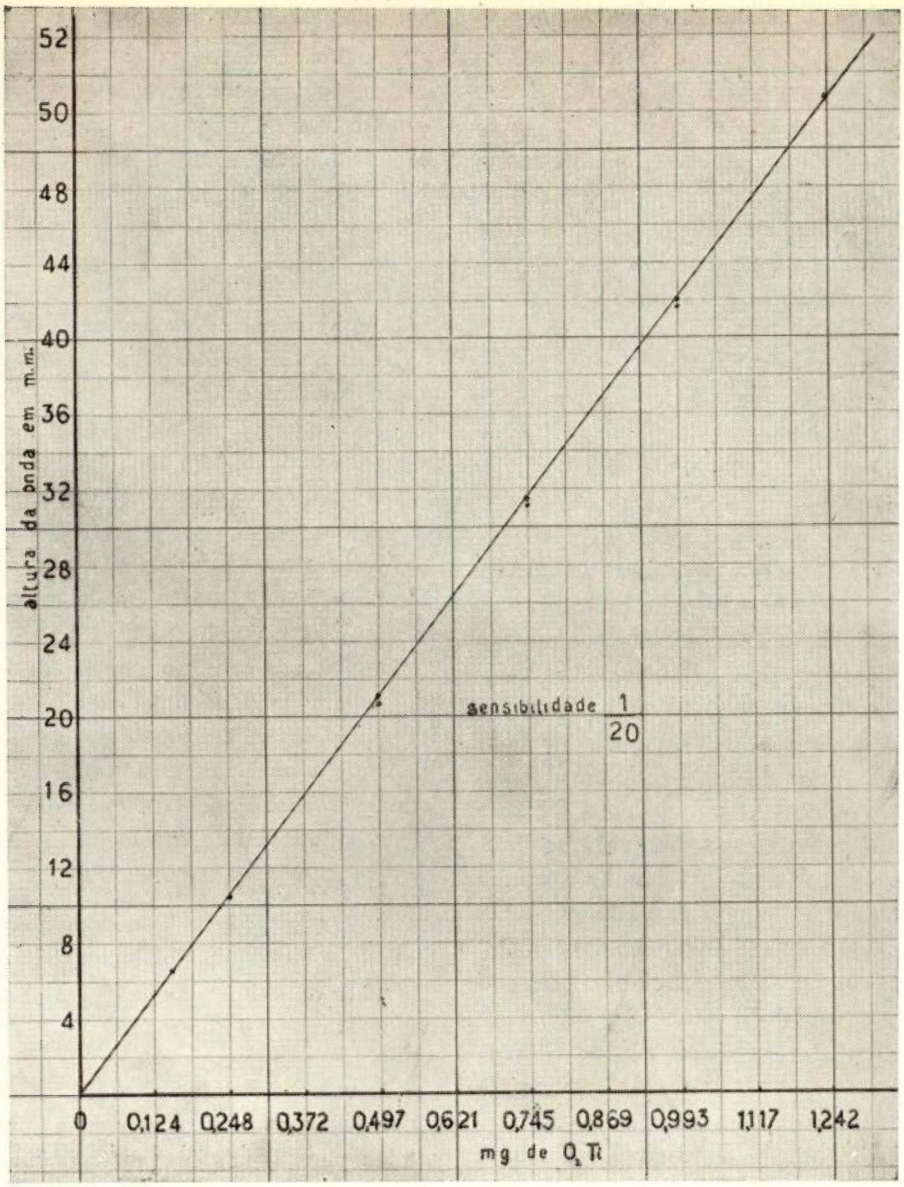


Gráfico 1 — Curva-padrão do titânio na zona dos 0,1 a 1,5 mg de O_2Ti

um pequeno desvio do potencial de onda média. Isto é óptimo porque não nos força a trabalhar rigorosamente num determinado valor de pH.

Verificámos também que nesta solução fundamental não interferem sobre a altura da onda do titânio, o ferro, o alumínio, o nióbio e o tântalo pelo que por este processo é possível dosear o titânio na presença destes 4 catiões.

III — NIÓBIO E TÂNTALO

Introdução

Pretendíamos separar polarogràficamente o nióbio, do tântalo e do titânio, mas para o fazermos começámos por procurar quais as soluções em que seria possível reduzir e dosear polarogràficamente nióbio e tântalo.

I. M. Kolthoff [1] refere-se ao trabalho realizado por Zeltzer [2] que utiliza O_5Nb_2 e obtém em NO_3H 1N uma onda com $E_{1/2} = -0{,}8V$ (E.S.C.). Se empregar NO_3H 0,1N a onda toma a forma de um máximo. A redução obtida deve ser devida à passagem do Nb(V) a Nb(III). As ondas que obtinha em meio nítrico eram fracamente visíveis em meio sulfúrico e não se encontravam em meio clorídrico ou fortemente alcalino. Para o tântalo não encontrou nenhuma onda de redução trabalhando em meio fortemente alcalino ou clorídrico.

Também Stromberg e Reinus [13] estudaram a redução do Nb(V) em NO_3H, e segundo I. M. Kolthoff verificaram que o potencial de onda média varia de — 0,84 a — 0,76V (E.S.C.) quando a concentração em NO_3H varia de 0,06 a 0,9 N. Porque a altura da onda obtida é anormalmente grande, para admitir só a acção de 2 electrões, estes autores concluem que o Nb(V) é reduzido a III, mas que este é ràpidamente reoxidado pelo ião hidrogénio à superfície do eléctrodo. Portanto uma parte da onda é devida à redução catalítica do ião hidrogénio:

$$Nb^{+5} + 2e \rightarrow Nb^{+3}$$
$$Nb^{+2} + 2H^{+} \rightarrow Nb^{+5} + H_2$$

Concluíram também que a altura da onda é proporcional à concentração em nióbio entre 0,19 e 1,12 mM. Não se referem ao comportamento do nióbio em meio clorídrico ou sulfúrico, nem em soluções de ácidos tartárico ou salicílico ou de oxalato de amónio.

D. Cozzi e S. Vivarelli [14] estudaram polarogràficamente o nióbio e o tântalo em CIH 10 a 12N adicionando nalguns casos à solução fundamental etilenoglicol a 20 % (vol.) e obtêm curvas bem definidas com potenciais de onda média entre — 0,385 e — 0,530V (E.S.C.).

Tentámos reproduzir este trabalho, o que não conseguimos, porque não usamos CIH 12N nem partimos de nióbio metálico, mas sim de O_5Nb_2. Será ainda este um caminho a tentar seguir para resolver a questão do nióbio e do tântalo.

Segundo S. K. Dhar [15] é possível obter uma onda redutora para o nióbio usando uma solução de NO_3K (0,4 a 1M), NO_3H (0,02 a 0,2M) e gelatina (0,0035 a 0,005 %). Este autor faz um estudo pormenorizado sobre o comportamento do nióbio para diferentes concentrações desta solução. Verifica que a onda de redução catalítica de nióbio depende da relação $[H^+]/[Nb^{+5}]$.

R. E. Elson [16] fez o estudo polarográfico e espectrográfico do nióbio e do tântalo e põe em evidência a existência dos estados IV e III para estes dois catiões. A maior parte das reduções são realizadas em meio oxalato ou tartarato. Verificou a dificuldade de dissolução que estes dois elementos têm em meio ácido, por se hidrolizarem fàcilmente. Porém, quando o meio é fortemente àcido, não precipitam. A obtenção de ondas que se dá entre — 1,50 e — 2,04 é difícil devido à descarga do ião hidrogénio. Para determinadas concentrações de nióbio e da solução fundamental consegue obter duas ondas para o nióbio, atribuíndo a segunda à passagem do Nb (IV) a Nb (III).

I Parte

Seguimos as indicações de S. K. Dhar.

Realizámos polarogramas com a seguinte solução fundamental:

NO_3K	1 M
NO_3H	0,035 N
gelatina	0,005 %

Modificámo-la depois passando a adicionar-lhe também timol 0,005 %, por termos verificado que o timol melhorava a forma do patamar da curva.

O_5Nb_2 foi fundido com CO_3K_2 em cadinho de platina e o produto obtido dissolvido directamente em água até perfazer o volume desejado.

Trabalhámos para um volume de 10 ml usando concentrações de O_5Nb_2 entre 0,135 e 0,655 mg.

As condições de ensaio foram:

eléctrodo de referência	E.S.C.
amortecimento do galvanómetro	0 e 5
pH	1,7 a 2,3
corrente de azoto	10 minutos
velocidade de gotejamento . .	24 got./minuto

Os valores obtidos encontram-se no quadro II.

Verificámos que as oscilações das alturas das ondas para iguais concentrações de nióbio e pequeníssimas variações de pH, são tão grandes (fig. 2 e 3) que não nos podemos servir deste

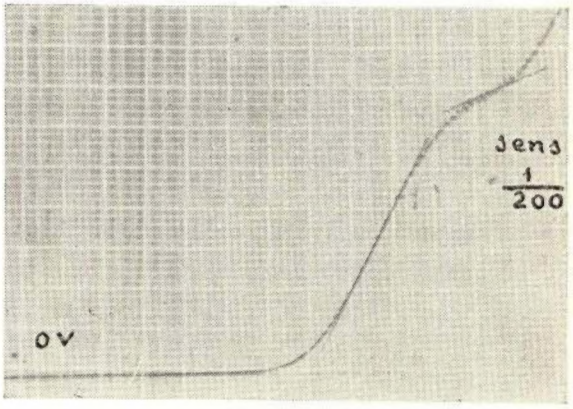


Fig. 2 — Curva obtida com 0,266 mg de O_5Nb_2 em NO_3K 1 M, NO_3H 0,3 N, gelatina 0,005 % e timol 0,005 % a um pH de 1,7

QUADRO II

mg de O_5Nb_2	Altura da onda em mm			pH	$E_{1/2}$ Volt
	Sens. $\frac{1}{100}$	Sens. $\frac{1}{200}$	Sens. $\frac{1}{300}$		
0,266	50	27	17	2 (+)	— 0,94
0,133	–	38	25	2 (+)	— 0,91
0,398	–	38	25	2 (+)	— 0,9
0,266	–	15,5	10,5	2,3	— 0,91
0,133	32	16	11	2	— 0,93
0,266	–	18	12	1,9	— 0,94
0,532	43,5	22	16	1,8	— 0,95
0,399	9	4,5	–	2,3	— 0,91
0,399	15	8	–	2,2	— 0,92
0,399	11	6	–	2,2	— 0,92
0,266	15	8	–	2	— 0,93
0,665	31	16	–	1,9	— 0,94
0,532	–	30	19	1,8	— 0,95
0,399	30,6	15	–	2	— 0,93
0,665	–	15	9	2	— 0,93
0,266	42,5	22	–	1,7	— 0,97
0,266	–	35	23	1,7	— 0,96
0,266	29	15	–	1,8	— 0,95
0,266	17,5	9	–	2	— 0,93
0,266	22	11,5	–	2,1	— 0,92
0,532	22,5	12	–	1,9	— 0,94
0,399	21	11	7	2,1	— 0,92

processo para dosearmos regularmente o nióbio. Para ajustarmos com tal rigor o pH de uma solução, que se obteve por fusão de um minério e dissolução deste em água mais ou menos acidulada, seria muito pouco prático. Por isso abandonámos este processo.

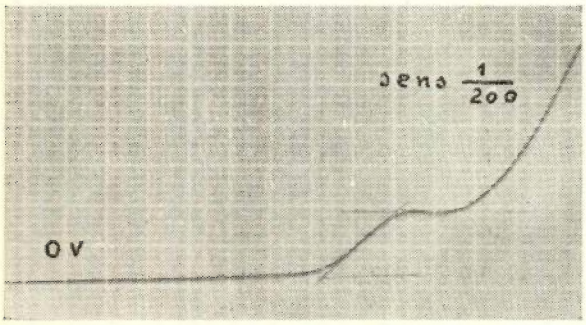


Fig. 3 — Polarograma de 0,226 mg de O_5Nb_2 em NO_3K 1 M, NO_3H 0,25 N, gelatina 0,005 % e timol 0,005 %, sendo o pH 2

Aliás S. K. Dhar refere-se à modificação que a altura da onda sofre, com a variação da relação entre os iões $[H^+]$ e $[Nb^{+5}]$.

II Parte

Tentámos, então, polarografrar o nióbio em meio oxálico, o que para nós teria muito interesse visto que já doseámos o titânio neste meio.

Baseámo-nos nas conclusões de R. E. Elson e empregámos uma solução fundamental com $C_2O_4K_2$ 0,1 M e gelatina 0,005 %. Nalguns casos juntou-se-lhe timol 0,005 %.

Trabalhámos para diferentes valores de pH (0,5 a 8). Verificámos que deveríamos usar pH 5,8 e obtivemos ondas relativamente bem definidas com potenciais de onda média à volta de — 1,75V (fig. 4).

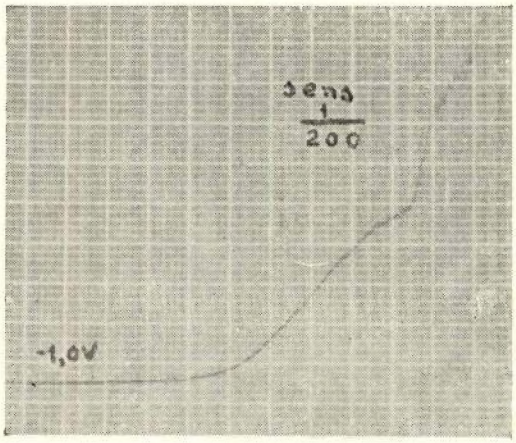


Fig. 4 — Polarograma de 0,5 mg de O_5Nb_2 em $C_2O_4K_2$ 0,1 M e gelatina 0,1 %

Aumentámos o concentração em gelatina para 0,1 % e o tempo de passagem da corrente de azoto para 15 minutos, por surgirem, por vezes, máximos devidos ao oxigénio.

Passou-se a utilizar O_5Nb_2 fundido com $S_2O_7K_2$ e dissolvido em C_2O_4 $(NH_4)_2$ saturado. A 1 ml da solução de O_5Nb_2 corresponde pois 0,2 mg de O_5Nb_2, 2 mg de $S_2O_7K_2$ e 3,32 mg de C_2O_4 $(NH_4)_2$.

A solução fundamental passou a ser:

$C_2O_4K_2$ 0,1 M
gelatina 0,1 %

e não corrigimos o pH, pois nestas condições o seu valor estará próximo de 5,8. As suas variações só irão influenciar o potencial de onda média e não a altura da onda.

As condições físicas de ensaio são:

eléctrodo de referência	E.S.C.
amortecimento do galvanómetro	O
pH	5,6 a 5,8
corrente de azoto	15 minutos
velocidade de gotejamento . .	24 got./minuto

QUADRO III

mg de O_5Nb_2	Altura da onda em mm		pH	$E_{1/2}$	Supressor de máximos
	Sens. $\frac{1}{200}$	Sens. $\frac{1}{100}$			
0,1	4	7,5	5,8	— 1,72	gelat. 0,1 %
0,2	8	15,5	5,7	— 1,72	timol e gelat. 0,01 %
0,2	8	15,5	5,8	— 1,74	gelat. 0,1 %
0,2	8,2	16,5	5,7	— 1,73	gelat. 0,1 %
0,3	12	24	5,6	— 1,74	gelat. 0,1 %
0,3	12,5	25	5,7	— 1,75	gelat. 0,1 %
0,4	15,5	31	5,6	— 1,76	timol e gelat. 0,01 %
0,4	16	31	5,6	— 1,77	gelat. 0,1 %
0,4	16,5	32	5,6	— 1,76	gelat. 0,1 %
0,5	21,5	43	5,6	— 1,78	gelat. 0,1 %
0,5	20,5	40	5,6	— 1,78	gelat. 0,05 %
0,6	24,5	49	5,6	— 1,8	gelat. 0,1 %
0,6	24	47,5	5,6	— 1,8	gelat. 0,05 %

Os valores encontrados constam do quadro III. Verificámos que havia porporcionalidade entre a corrente de difusão e a concentração em nióbio. Portanto, traçámos a respectiva curva padrão (gráf. 2).

III Parte

Para o tântalo empregámos a mesma solução fundamental e condições físicas idênticas às utilizadas para dosear o nióbio.

Obtivemos curvas de possível leitura com alturas de onda proporcionais à concentração em tântalo e potenciais de onda média de — 1,7V em relação ao E.S.C. (fig. 5).

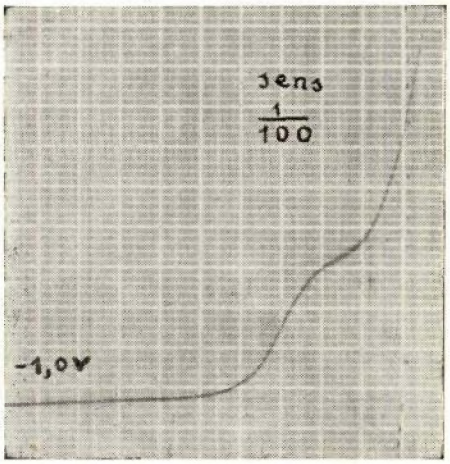


Fig. 5 — Onda correspondente a 0,6 mg de O_5Ta_2 na solução fundamental de $C_2O_4K_2$ 0,1 M e gelatina 0,05 %

QUADRO IV

mg de O_5Ta_2	Altura da onda em mm		pH	$E_{1/2}$ Volt
	Sens. $\frac{1}{100}$	Sens. $\frac{1}{50}$		
0,2	6,5	12	5,9	— 1,7
0,16	5,5	10	5,8	— 1,69
0,3	8,5	14(?)	5,9	— 1,7
0,3	8,5	17	5,7	— 1,68
* 0,4	12,5	25	6,3	— 1,73
0,4	10,5	20	5,8	— 1,69
0,4	10,5	20	5,7	— 1,68
0,5	12,5	25	5,8	— 1,69
0,5	12	23	5,9	— 1,7
* 0,6	18	34	5,9	— 1,7
0,6	14,5	27	6,3	— 1,74
0,6	14,5	28	5,8	— 1,69

* — Estes polarogramas foram realizados em condições diferentes, pois a velocidade de gotejamento era superior a 30 got./m.

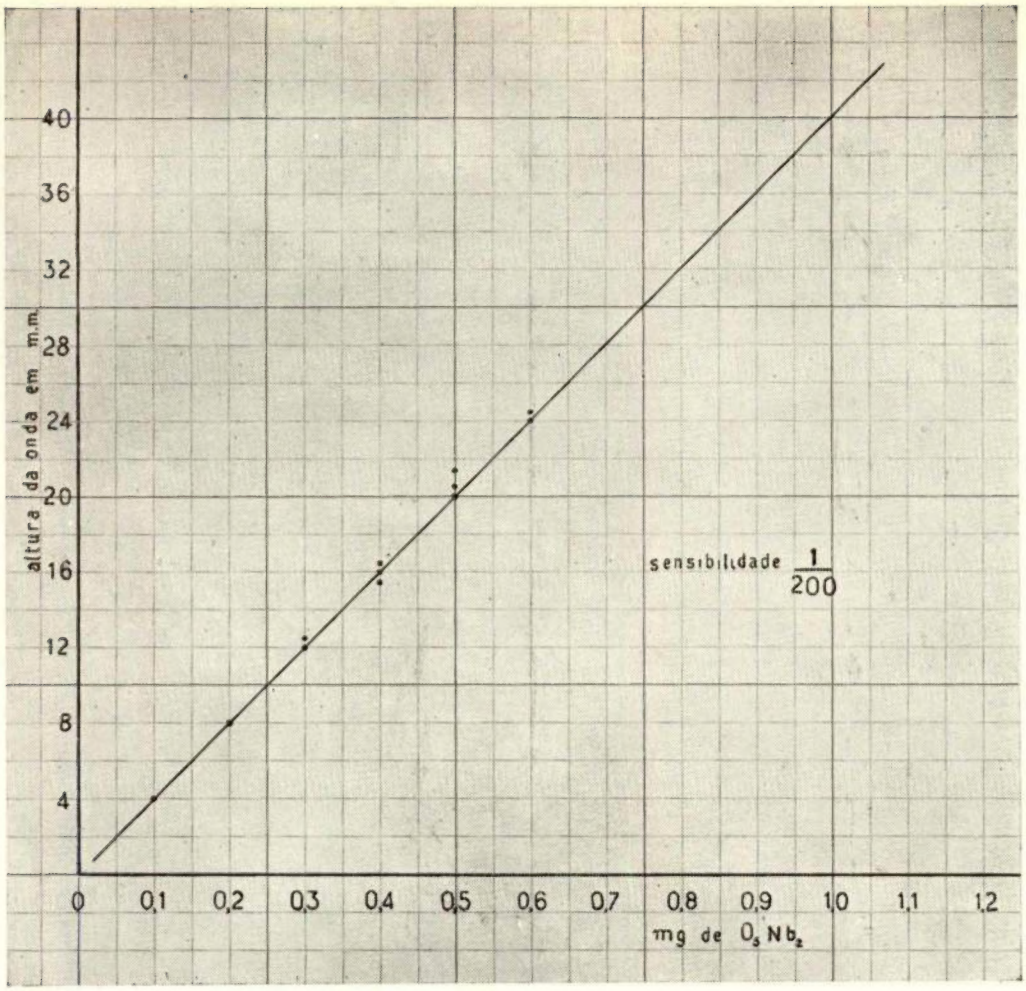


Gráfico 2 — Curva-padrão do nióbio na região dos 0,1 a 1,2 mg de O_5Nb_2

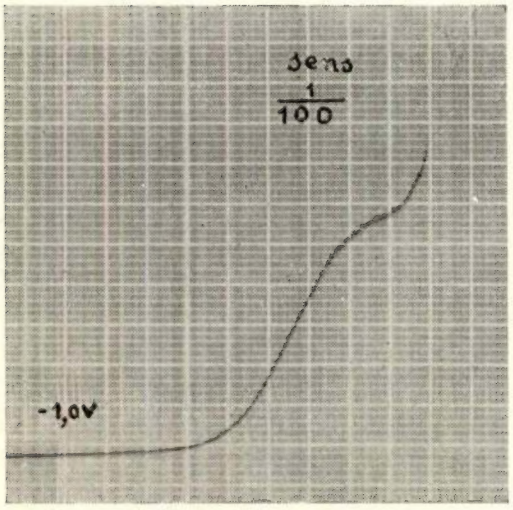


Fig. 6 — Polarograma obtido para 0,4 mg de O_5Ta_2 e 0,2 mg de O_5Nb_2 em $C_2O_4K_2$ 0,1 M e gelatina 0,05 %

Os resultados dos ensáios realizados encontram-se no quadro IV. Uma vez verificada a proporcionalidade traçámos a respectiva curva padrão (gráf. 3).

Conclusão

Por este processo doseámos nióbio e tântalo separadamente.

Tentámos polarografá-los em conjunto, mas obtivemos uma única onda com $E_{1/2} = -1{,}75V$ (fig. 6), o que é natural pois os seus potenciais de onda média são muito próximos. A altura desta onda é a soma das alturas das ondas que se obtinham para concentrações de nióbio e tântalo iguais às utilizadas, mas quando estes catiões estavam separados.

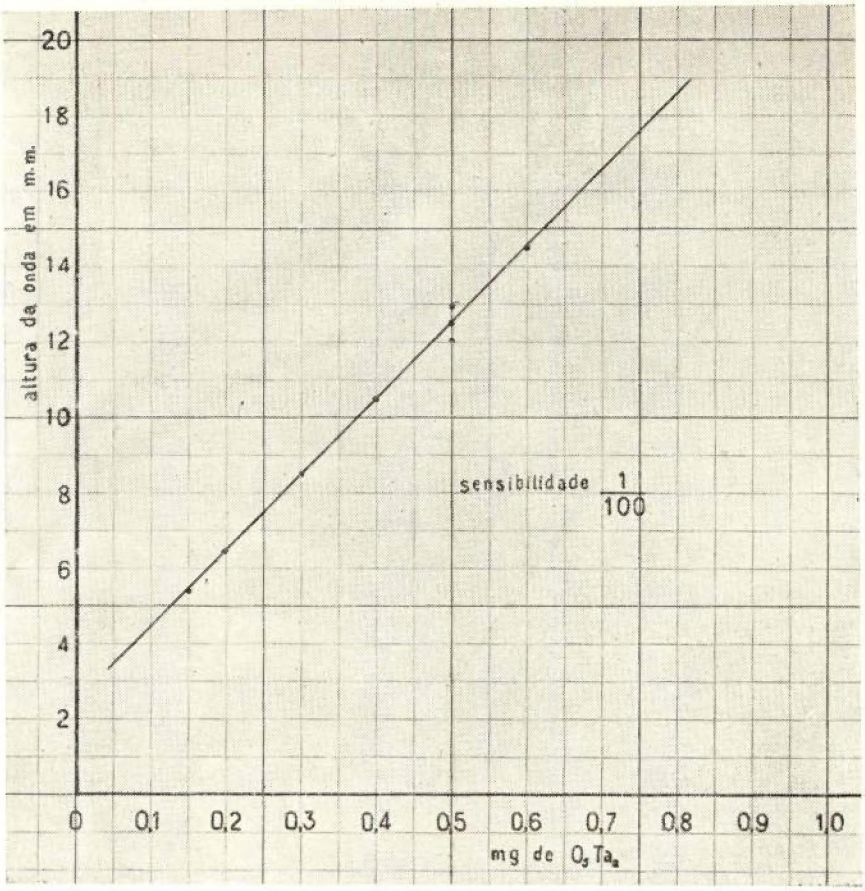


Gráfico 3 — Curva-padrão do tântalo na zona dos 0,1 a 1,0 mg de O_5Ta_2

Verificámos que trabalhando nestas condições, o titânio não interfere nem na onda do nióbio nem na do tântalo, pelo que os podemos dosear em presença de titânio, mas não separá-los.

Lisboa, Janeiro de 1955.

BIBLIOGRAFIA

(1) — I. M. Kolthoff e J. J. Lingane
Polarography (2.ª ed.) — Vol. II, pág. 442 e 452

(2) — S. Zeltzer
Coll. Trav. Chim. Tchec. — 4,319 (1932)

(3) — O. Esin
Acta Physicochim. — U. R. S. S. — 13, 429 (1940)

(4) — G. H. Forbes e L. P. Hall.
J. Am. Chem. Soc. — 46, 385 (1924)

(5) — R. Strubl
Coll. Trav. Chim. Tchec. — 10, 475 (1938)

(6) — V. Cagliosi e G. Sartori
Gazz. Chim. Ital. — 66, 741 (1936)

(7) — A. M. Zan' ko e V. A. Geller
Zavodskaya Lab. — 9,976 (1940)

(8) — D. F. Adams
Anal. Chem. — 20, 891 (1948)

(9) — V. Vandenbosch
Bull. Soc. Chim. Belg. — 58, 532 (1949)

(10) — J. J. Lingane e V. Vandenbosch
Anal. Chem. — 21, 649 (1949)

(11) — R. P. Graham e J. A. Maxwell
Anal. Chem. — 23, 1123 (1951)

(12) — F. T. Rabits
Anal. Chem. — 20, 181 (1948)

(13) — A. G. Stromberg e L. M. Reinus
J. Phys. Chem. (U. S. S. R.) — 20,693 (1946)

(14) — D. Cozzi e S. Vivarelli
Z. Elektrochemie — 58,3,177 (1954)

(15) — S. K. Dhar
Anal. Chim. Acta — 11,3,289 (1954)

(16) — R. E. Elson
J. Am. Chem. Soc. — 75,4193 (1953)

XI EXPOSIÇÃO DE FOTOGRAFIA DO I.S.T.

(MAIO DE 1955)

A Secção Fotográfica da Associação dos Estudantes do Instituto Superior Técnico realizará em Maio próximo a *XI Exposição de Fotografia do I. S. T.*, tendo a honra de convidar V. Ex.ª a concorrer à mesma.

REGULAMENTO

1.º — Poderão concorrer à XI Exposição de Fotografia do I. S. T., todos os licenciados e estudantes de Universidades, Escolas Superiores e Institutos Comercial e Industrial Portugueses. Estão previstas duas categorias: concorrentes estudantes e concorrentes licenciados.

2.º — Serão admitidas fotografias de carácter artístico e documental (reportagem, assuntos técnicos, arquitectónicos, etc.) que não hajam figurado em anteriores exposições de Fotografia do I. S. T.
Serão também aceites diapositivos coloridos até ao formato 9×12 desde que venham inicialmente montados (os de 35 mm em caches de 5×5 cm). Os diapositivos de 35 mm serão projectados dentro das melhores condições técnicas, todas as noites em que estiver aberta ao público a Exposição.

3.º — As provas poderão ser viradas ou coloridas por qualquer processo não manual.

4.º — Serão aceites todos os formatos cuja área seja superior a 3 dm² (18×18).

5.º — No verso de cada fotografia deverão vir indicados:

a) Género de trabalho (artístico ou documental)
b) Título do trabalho
c) Nome e morada do concorrente
d) Faculdade, Escola Superior ou Instituto que frequenta (no caso de ser estudante).

6.º — As fotografias não deverão vir montadas, com excepção dos casos em que o cartão de montagem seja do formato 30×40.

7.º — Cada concorrente pagará uma taxa de inscrição, que será de 15$00 para estudantes e 25$00 para licenciados, independentemente do número de diapositivos ou fotografias que apresentar.

8.º — Os trabalhos deverão ser entregues contra documento ou enviados pelo correio para a Secção Fotográfica da AEIST, Avenida Rovisco Pais, Lisboa, e deverão trazer a embalagem necessária para a sua devolução.

9.º — Um Júri de Admissão fará a escolha dos trabalhos dignos de figurarem na Exposição.

10.º — O prazo de entrega dos trabalhos termina em 30 de Abril, sendo a abertura do Salão em 30 de Maio, às 16 horas. Todas as fotografias serão devolvidas 15 dias depois do encerramento da Exposição.

11.º — A Secção Fotográfica terá todo o cuidado com as provas recebidas, não se responsabilizando porém, por eventuais perdas ou danos, devidos a transporte ou exibição.

12.º — Serão atribuídos prémios em cada uma das categorias às classes artística e documental e prémios absolutos aos diapositivos. Haverá ainda um prémio absoluto e um prémio para a fotografia mais votada pelo público. A cada concorrente será enviado um catálogo e será atribuído um selo comemorativo por cada trabalho exposto.

13.º — Os casos não previstos neste regulamento serão resolvidos pela Comissão Organizadora da Exposição.

BOLETIM DE INSCRIÇÃO

N.º	Título
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

Assinatura .....

Enviar juntamente com as fotografias.

Obs.: Em caso de enviar mais que 10 trabalhos, pedir os boletins necessários para a Secção Fotográfica da AEIST, Avenida Rovisco Pais, Lisboa.

Laboratório Nacional de Engenharia Civil

O Laboratório Nacional de Engenharia Civil está organizando, sob o patrocínio da «Réunion Internationale des Laboratoires d'Essais et le Recherches sur les Matériaux et les Constructions» (RILEL), um simpósio sobre o tema Observação de Obras, o qual terá lugar em Lisboa no mês de Outubro próximo.

O simpósio tratará das seguintes questões:

— aparelhagem para observação das diferentes grandezas e técnicas da sua instalação e leitura;
— determinação das propriedades dos materiais com vista à interpretação das observações;
— determinação das solicitações actuantes;
— programas de colocação e leitura de aparelhagem;
— interpretação dos resultados.

Trata-se de uma reunião internacional de especialistas da observação de obras, prevendo-se que sejam debatidos os problemas relativos aos métodos e técnicas de observação de pontes, barragens, edifícios, etc.

Os interessados devem dirigir-se ao Secretário do Simpósio, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Avenida do Brasil, Lisboa, que prestará todos os esclarecimentos necessários.

5.º Congresso Internacional das Grandes Barragens

Realizando-se no corrente ano, em Paris, o 5.º Congresso Internacional das Grandes Barragens, de 31 de Maio a 4 de Junho, precedido de uma viagem de estudos a vários aproveitamentos hidráulicos em França, com início em 23 de Maio, terminando em 29 do mesmo mês, e seguido de outra idêntica viagem no Norte da África Francesa, de 6 a 11 de Junho, informamos os nossos leitores que a Comissão Nacional Portuguesa está habilitada a fornecer os respectivos boletins de inscrição que acabam de ser recebidos da Comissão Internacional das Grandes Barragens.

Jornadas internacionais de aquecimento, ventilação e condicionamento de ar

Por organização do «INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUPLICS» realizam-se nos dias 9, 10 e 11 de Maio do corrente ano, em Paris, as jornadas internacionais de aquecimento, ventilação e condicionamento de ar.

Para informações e inscrições, dirigir-se a

«INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS»
19, Rua La Pérouse — PARIS (16 e)

C. D. 621.3976:1

Compensação do ganho em amplificadores de videofrequência

PELO ENG.º ELECTROTÉCNICO (I. S. T.) MANUEL JOSÉ LOPES DA SILVA

Do Grupo de Estudos de Televisão da Emissora Nacional de Radiodifusão

Introdução

Na transmissão dum sinal de video, muito mais do que na transmissão do som, há sempre a preocupação de manter inalterada a forma.

A conhecida afirmação de que se deve transmitir sem deformação todo o espectro de frequências para que tal aconteça, não tem agora grande significação; faz mais sentido exigir que o tempo de crescimento, a sobrecompensação e o retardamento dos circuitos obedeçam a condições que adiante apontaremos.

A técnica da banda larga é portanto diferente da técnica antiga, uma vez que tem de se entrar em consideração com certas características dos circuitos que anteriormente estavam fora de discussão.

Torna-se agora necessário realizar ensaios de tipo diferente e impõe-se uma mudança notável na crítica dos resultados.

I. O Problema

1. *Necessidade da compensação*

O tipo de amplificador mais largamente utilizado em videofrequência é o de acoplamento por resistência-capacidade, dada a grande largura do espectro dos sinais a amplificar.

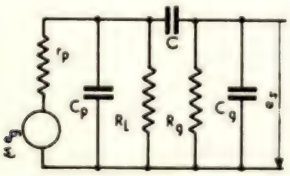


Fig. 1

Considerando o esquema equivalente exacto do amplificador (fig. 1) verificamos que nas frequências médias é possível desprezar os efeitos do condensador de acoplamento C, das capacidades distribuídas C_g, e da capacidade interelectródica C_p.

Obtém-se assim o esquema equivalente da fig. 2. Por aplicação das leis de Kirchoff chega-se à seguinte expressão do ganho:

$$G_m = \frac{\mu\ R}{r_p + R} \simeq g_m\ R_{eq} =$$

$$= g_m \frac{R_L}{1 + R_L/R_g + R_L/r_p}$$

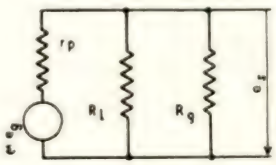


Fig. 2

Nas frequências altas não é porém possível desprezar as capacidades distribuídas C_g e a interelectródica C_p. O esquema equivalente neste caso é o da fig. 3 e a expressão do ganho é a que segue ($C_t = C_p + C_g$, $f_o = {}^1/_2 \times C_t\ R_{eq}$):

$$G_a = \frac{g_m\ R_{eq}}{1 + j\ f/f_o}$$

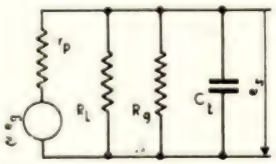


Fig. 3

Representando a função de f/f_o, G_a/G_m, no duplo aspecto do módulo e da fase, obtém-se a fig. 5 (tomou-se $f_o = 4\ M_{c/s}$ de acordo com os valores correntes de C_t e R_{eq}).

Nas frequências baixas, em contra-partida, é apenas possível desprezar as capacidades distri-

buídas. O esquema equivalente é o da fig. 4 e a expressão do ganho é a seguinte ($R_a = \frac{r_p R_L}{r_p + R_L}$, $f_1 = 1/2 \pi C R_g$) :

$$G_b = \frac{g_m R_a}{1 - j\left(\frac{f}{f_1}\right)^{-1}}$$

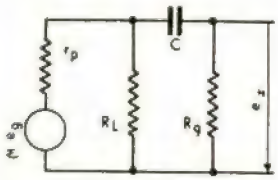


Fig. 4

A representação da função de f/f_1, G_b/G_m, indica-se na fig. 6.

Torna-se portanto necessário corrigir esta perda de ganho, o que se consegue utilizando elementos compensadores como veremos a seguir.

É porém difícil interpretar as deformações dos sinais de vídeo em termos das alterações dos espectros e por isso se recorre a outros processos de aferição da qualidade dos amplificadores.

O padrão de aferição utilizado em TV é a função unidade ou uma onda rectangular de duração suficiente.

Pelo exame do modo por que o amplificador reage à testa abrupta, podemos concluir da sua fidelidade na reprodução dos acidentes constratados das imagens.

Esta nova técnica de ensaio de amplificadores requer um novo instrumento matemático que permita interpretar o que os aparelhos mostram, e impõe desde logo que certos conceitos correntes sejam abandonados.

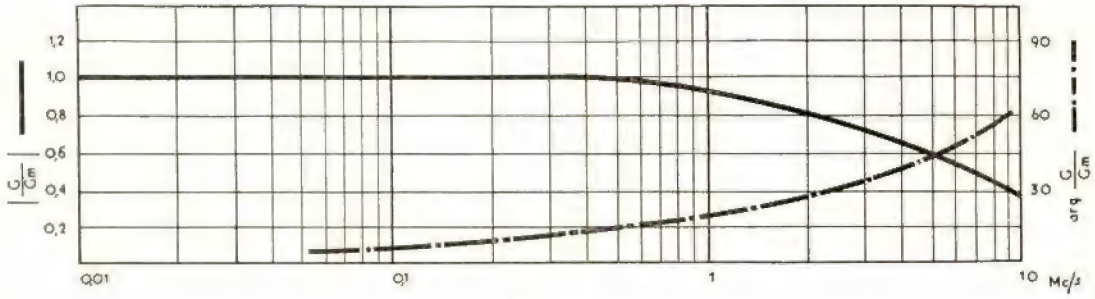


Fig. 5

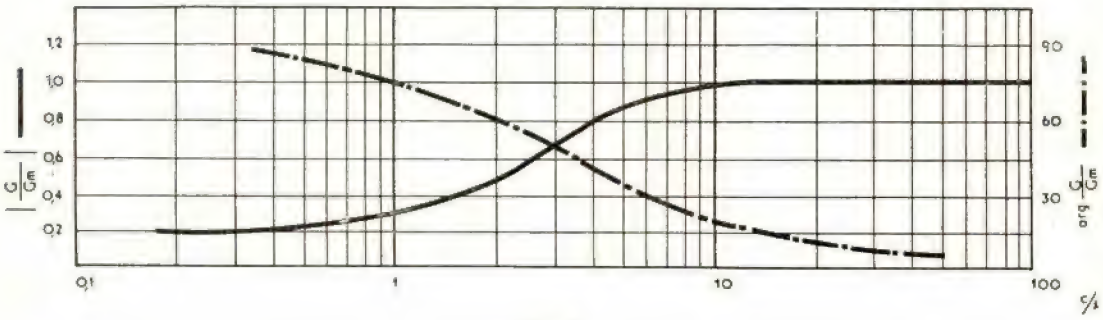


Fig. 6

A escala dos abcissas é baseada nos valores correntes $R_g = 1\,M\Omega$, $C = 0{,}05\ \mu F$ ou $f_1 = 3{,}2$ c/s.

Verifica-se assim que, quer nas baixas frequências quer nas altas, o ganho do amplificador cai notàvelmente não permitindo a transmissão de larguras de banda superiores a 1 ~ 2 M c/s.

É o Cálculo Operacional, como veremos adiante, que permite tal interpretação duma maneira simples.

Para já, convém frisar que a estes conceitos de resposta de frequência se opõem agora conceitos novos (que a seguir definiremos) como tempo de crescimento, percentagem de sobreoscilação e retardamento.

2. *Métodos de compensação.*

Suponhamos que em série com o condensador de acoplamento C se coloca uma auto indução L_1.

O esquema equivalente do amplificador às altas frequências é então o que se indica na fig. 7.

Fica deste modo estabelecida a possibilidade de ressonância dos elementos $L_1 - C_g - C_p$, o que, através dum dimensionamento apropriado pode causar a subida da curva de resposta na zona das altas frequências, e compensar a perda de ganho que anteriormente constatámos. É este o método da compensação em série.

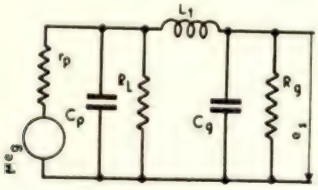


Fig. 7

Outros métodos são o de compensação paralelo e de compensação série paralelo.

O primeiro está indicado na fig. 8, e a possibilidade de ressonância estabelece-se entre os elementos $L_2 - C_t$.

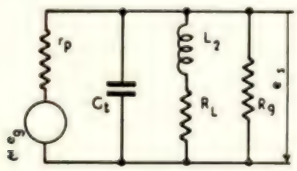


Fig. 8

O segundo indica-se na fig. 9 e resulta da combinação dos dois métodos anteriores.

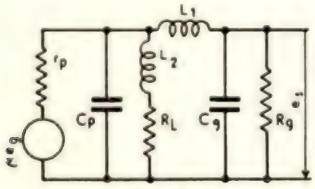


Fig. 9

Consideremos agora o esquema equivalente do amplificador às baixas frequências (fig. 10), e coloquemos em série com a resistência de carga R_L, a pequena rede constituída por R_F e C_F em derivação.

Se a constante de tempo desta rede for suficientemente grande, dá-se uma boa compensação da perda de ganho introduzida pelo condendor C às baixas frequências.

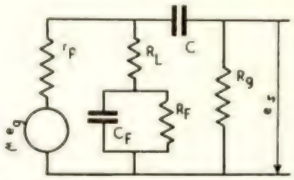


Fig. 10

Outro método muito usado de compensar as perdas às baixas frequências consiste em utilizar uma rede do mesmo tipo montada no cátodo do tubo amplificador.

II. Análise dos vários casos.

1. *Compensação às altas frequências.*

a) Compensação série.

Aplicando as leis de Kirchoff ao esquema do amplificador compensado em série que atrás indicámos, pode chegar-se à seguinte expressão do ganho:

$$G = \frac{g_m R_a}{\left[1 - \frac{m}{2}\left(\frac{f}{f_s}\right)^2\right] + j\left[1{,}5\left(\frac{f}{f_s}\right) - 0{,}75\,\frac{m}{m+1}\left(\frac{f}{f_s}\right)^3\right]}$$

onde

$$m = \frac{C_p}{C_g} \text{ e } f_s = \frac{1}{2\pi\sqrt{2\,L_1\,C_p}} = \frac{1{,}5}{2\pi\,R_L\,C_t}.$$

A representação da função de f/f_s, G/G_m, indica-se na fig. 11 ($R_L = 4520\,\Omega$, $C_t = 20\ \mu\mu F$, $f_s = 2{,}6$ Mc/s).

Podemos verificar uma nítida melhoria na resposta às altas frequências, de tal modo que já é agora permitida a passagem de frequências, até aproximadameute 6 Mc/s, satisfazendo melhor o amplificador às exigências de indeformabilidade de operação.

Há porém interesse, como vimos, em análisar agora o que se passa quanto à resposta à função unidade.

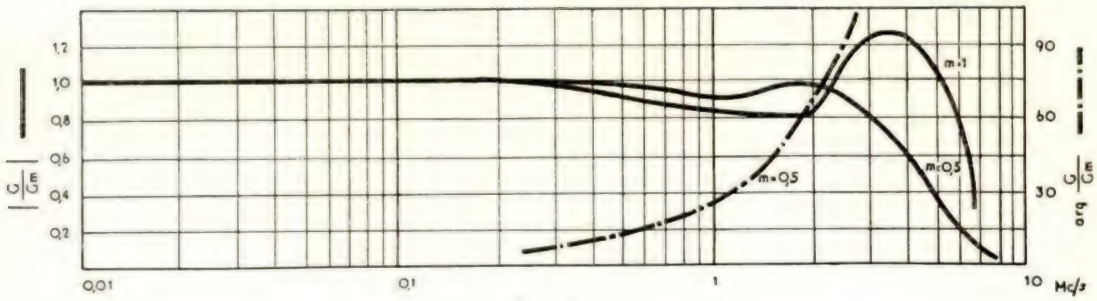


Fig. 11

Considerando o esquema do amplificador às altas frequências, tomemos a rede de compensação constituída pelos elementos $R_L - L_1 - C_g$. A expressão da tensão de saída, em termos operacionais, quanto à entrada se aplica a corrente $I.\ \gamma_{(t)}$, é a seguinte:

$$\dot{E}_s = \frac{\dot{Z}\dfrac{I}{p}}{pL_1 + \dfrac{1}{pC_g}} \cdot \frac{1}{pC} =$$

$$= \frac{\dfrac{R_L\,(p^2 L_1 C_g + 1)}{p^2 L_1 C_g + pC_g R_L + 1} \cdot \dfrac{I}{p}}{\left(pL_1 + \dfrac{1}{pC_g}\right) pC} =$$

$$= \frac{R_L \,.\, I}{L_1 C_g} \; \frac{1}{p\,(p-\alpha_1)\,(p-\alpha_2)}$$

onde

$$\alpha = \frac{-C_g R_L \pm j\sqrt{4 L_1 C_g - C_g^2 R_L^2}}{2 L_1 C_g}$$

A esta imagem corresponde a seguinte função real:

$$e_s = \frac{1}{2\pi j}\int_{c-j\infty}^{c+j\infty} \frac{I R_L}{L_1 C_g} \cdot \left[\frac{1}{p\,(p-\alpha_1)\,(p-\alpha_2)}\right] e^{pt} dp =$$

$$= \frac{I R_L}{L_1 C_g}\,\Sigma \text{ Resíduos de } \frac{e^{pt}}{p\,(p-\alpha_1)\,(p-\alpha_2)}$$

$$= \frac{I R_L}{L_1 C_g}\left[\frac{1}{\alpha_1\,\alpha_2} + \frac{e^{\alpha_1 t}}{\alpha_1(\alpha_1-\alpha_2)} + \frac{e^{\alpha_2 t}}{\alpha_2(\alpha_2-\alpha_2)}\right] =$$

$$= I R_L\left[1 - e^{-R_L/2L_1\, t}\right.$$

$$\left.\cos\left(\underbrace{\frac{\sqrt{4 L_1 C_g - C_g^2 R_L^2}}{2 L_1 C_g}}_{\omega_0} t - \Theta\right)\right]$$

onde

$$\Theta = \text{arc tag}\,\frac{R_L C_g}{\sqrt{(4 C_g L_1 - R_L^2 C_g^2)}}$$

Representa-se a função $\dfrac{e_s}{I\,.\,R_L}$ a seguir, para vários valores de $Q_s = \dfrac{1}{R_L}\sqrt{\dfrac{L_1}{C_g}}$ (fig. 12).

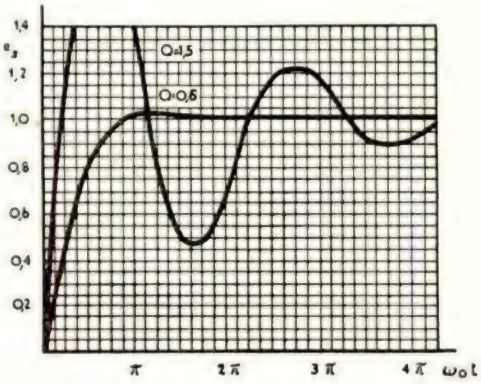


Fig. 12

Podemos verificar que a forma da função de saída se afasta sensìvelmente da forma da função de entrada.

E, justamente para avaliar o grau desse afastamento, definem-se vários parâmetros que passamos a indicar.

Em primeiro lugar define-se «retardamento» como o intervalo de tempo que vai desde a aplicação da testa abrupta até a resposta atingir 50 % do valor final.

Outro intervalo que há interesse em definir é o «tempo de crescimento». É medido pelo tempo que a resposta leva a ir de 10 a 90 % do valor final.

Define-se finalmente a «sobrecompensação» como sendo a percentagem do valor final que a

primeira sobreoscilação da curva representa. Também se lhe chama «ultrapassagem».

Observando as respostas transitórias da fig. 12 podemos concluir que para diminuir o tempo de crescimento é necessário aceitar um aumento da ultrapassagem, e vice-versa, o que mostra ser o problema da compensação sempre resolvido com um compromisso.

b) Compensação paralelo

Aplicando as leis de Kirchoff ao esquema atrás indicado para este tipo de compensação, pode estabelecer-se que o ganho tem por expressão:

$$G = g_m \; R_a \; \frac{1 + j\,K\left(\frac{f}{f_p}\right)}{\left[1 - K\left(\frac{f}{f_p}\right)^2\right] + j\left(\frac{f}{f_p}\right)}$$

onde

$$K = Q^2 = \frac{\omega_p L_2}{R_L} \quad \text{e} \quad \omega_p = 2\,\pi\, f_p = \frac{1}{C_t\; R_L}$$

A representação de G/G_m em função de $\frac{f}{f_p}$ é feita a seguir ($f_p = 2.2$ Mc/s) na fig. 13.

A imagem da tensão de saída, quando à entrada se aplica a função $E \,.\, \gamma(t)$ que tem por imagem $\frac{E}{p}$ é a seguinte:

$$\dot{E}_s = \dot{G}\,\dot{E}_e = \frac{\left(1 + \frac{K}{\omega_p}\,p\right)}{\left(1 + \frac{K}{\omega_p^2}\,p^2\right) + \frac{p}{\omega_p}} \; \frac{E}{p} =$$

$$= E\,\frac{\omega_p}{K}\;\frac{\omega_p + Kp}{p\,(p - \alpha_1)\;(p - \alpha_2)}$$

onde

$$\alpha = \frac{\omega_p}{2K}\left(-1 \pm j\sqrt{4K - 1}\right)$$

A original desta função obtém-se por aplicação da fórmula de inversão:

$$e_s = \frac{1}{2\,\pi\, j}\int_{C - j\infty}^{C + j\infty} \dot{E}_s\; e^{pt}\; dp =$$

$$= \frac{1}{2\,\pi\, j}\int_{C - j\infty}^{C + j\infty} E \cdot \frac{\omega_p}{K} \cdot \frac{\omega_p + Kp}{p\,(p - \alpha_1)\;(p - \alpha_2)} \cdot e^{pt}\; dp =$$

$$= E\;\Sigma \text{ resíduos de } \left[\frac{\omega_p}{K}\;\frac{(\omega_p + Kp)\; e^{pt}}{p\,(p - \alpha_1)\;(p - \alpha_2)}\right]$$

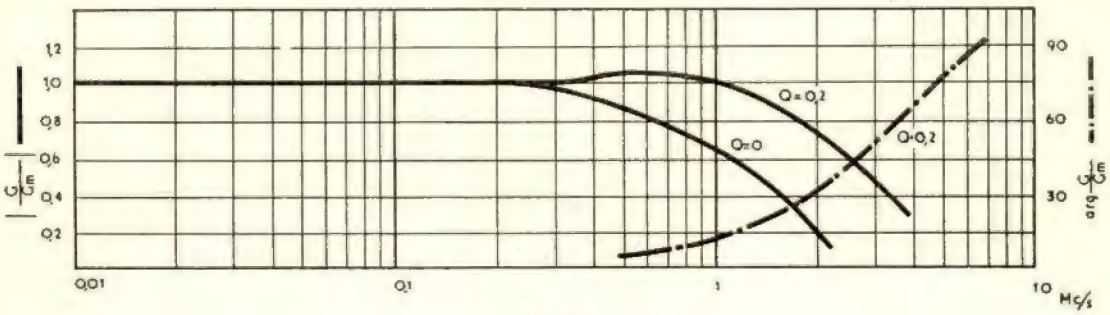


Fig. 13

Do mesmo modo se verifica uma nítida melhoria em relação ao caso do amplificador não compensado.

Para determinar a resposta do amplificador à função unidade podemos recorrer à expressão do ganho já estabelecida e escrevê-la em termos operacionais:

$$\dot{G} = \frac{\left(1 + \frac{K}{\omega_p}\,p\right)}{\left[1 + \frac{K}{\omega_p^2}\,p^2\right] + \frac{p}{\omega_p}}$$

$$= E\,.\left\{\frac{\omega_p}{K}\left[\frac{(\omega_p + K\alpha_1)\; e^{\alpha_1 t}}{(\alpha_1 - \alpha_2)\;\alpha_1} + \frac{(\omega_p + K\alpha_2)\; e^{\alpha_2 t}}{(\alpha_2 - \alpha_1)\;\alpha_2} + \right.\right.$$

$$\left.\left. + \frac{\omega_p}{\alpha_1\,\alpha_2}\right]\right\} = E\,.\left[1 - e^{-\frac{\omega_p}{2K}t}\cos\left(\underbrace{\frac{\omega_p}{2K}\sqrt{4K - 1}}_{\omega_0}\,t + \Theta\right)\right]$$

onde $\Theta = \text{arc tag}\,\frac{2K - 1}{\sqrt{4K - 1}}$

Representa-se a seguir a função $\frac{e_s}{E}$ para vários valores de $Q_p = \frac{1}{R_L}\sqrt{\frac{L_2}{C_t}} = \sqrt{K}$ (fig. 14).

Pode verificar-se desde já que para os mesmos valores de Q o tempo de crescimento, o retardamento e a ultrapassagem, são diferentes dos obtidos com a compensação série.

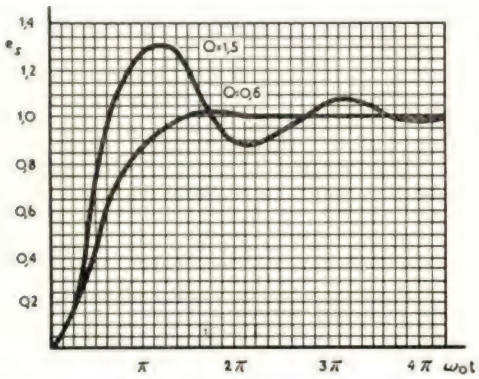


Fig. 14

c) Compensação série paralelo

A análise do que se passa neste caso mixto, conduz a uma família de curvas definidas pelos dois parâmetros Q_s e Q_p.

$$G = \frac{g_m R_L}{1 - j\frac{f_F}{f}}$$

onde as grandezas se referem à fig. 10 e que é válida quando $R_2 C = C_F R_p$ com $R_P = \frac{R_L R_F}{R_L + R_F}$.

A frequência crítica vale $f_F = \frac{1}{2\pi C_F R_F}$.

Representa-se a seguir a função G/G_m (fig. 15).

Podemos verificar que de facto a compensação melhora à medida que f_F diminui.

Há porém, limites para o valor desta frequência crítica, impostos por um lado, pelo valor máximo de R_g que depende das características da grelha de que é escape e, por outro lado, pelo valor de C que é determinado pela resposta às altas frequências.

III. Conclusões

Para transmitir sem deformação um sinal complexo através duma rede ideal, é necessário que a característica de frequência de tal rede seja uniforme desde 0 a ∞, e que a característica de fase seja linear, crescendo a alteração de fase das harmónicas proporcionalmente ao seu índice.

Se qualquer destas duas condições não for rigo-

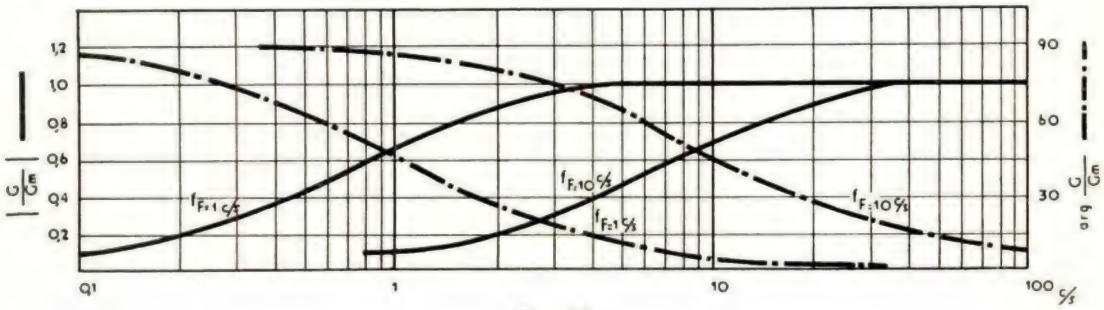


Fig. 15

rosamente respeitada, há deformação do sinal.

No caso de um filtro ideal com característica de frequência uniforme desde 0 a f_c (frequência de corte) e característica de fase linear no mesmo domínio de frequências, a resposta à função unidade apresenta um certo tempo de crescimento que é igual ao inverso do dobro da frequência de corte (condição de Küpfmüller).

Nos números anteriores verificámos justamente que a existência duma frequência de corte conduz a um certo tempo de crescimento na resposta transitória.

Como porém os amplificadores não possuem

2. *Compensação às baixas frequências*

Assim como na compensação às altas frequências se poude definir uma frequência crítica (f_s ou f_p) dependente das constantes do amplificador, e que fixava o limite máximo da banda de frequências pràticamente isenta de deformação, assim na compensação às baixas frequências é possível definir o limite mínino da mesma banda.

Se se determinar o ganho do amplificador compensado às baixas frequências utilizando as leis da Teoria dos Circuitos, pode chegar-se à seguinte expressão:

as características ideais que apontámos, sucede que a condição de Kupfmuller não se verifica senão sob o aspecto de relação de proporcionalidade para um dado valor de Q, variando a constante de proporcionalidade quando este varia. Para chegar a esta conclusão basta determinar o valor da derivada das funções de saída no ponto correspondente a 50 % do valor final, O quociente do valor final da função pelo valor da tangente trignométrica assim obtido, dá um tempo de crescimento diferente do que atrás definimos mas que pode servir para o que temos em vista.

Considerando, por exemplo o amplificador com compensação paralelo, chegamos à seguinte expressão do tempo de crescimento:

$$\tau_r = \frac{E}{E\,\frac{2\,(k-1)}{k}\,\omega_p\,e^{-\varphi(k)}} = \Psi_{(k)}\,\frac{1}{f_p}$$

que verifica, com a aproximação apontada, a condição de Küpfmüller.

Como vimos, o ganho dum amplificador é proporcional à impedância de carga (pentódio), e como esta é diferente em cada tipo de compensação, podemos concluir que ele varia duns casos para outros.

A impedância de carga é maior nas redes de quatro terminais da compensação série, visto que neste caso as capacidades parasitas em derivação não se sobrepõem, e os seus efeitos são menos sensiveis. Isto mostra que as redes de compensação de quatro terminais (série ou mixta) conduzem aos maiores ganhos.

Segundo Seeley e Kimball ([1]) os ganhos relativos, na frequência crítica, são os seguintes:

Amplificador não compensado	0,707
Amplificador compensado em paralelo .	1,0
Amplificadar compensado em série . .	1,5
Amplificador com compensação mixta .	1,8

Do ponto de vista da constância do ganho ao longo de todas as frequências do espectro do sinal, e em igualdade de condições, é a compensação mista a que permite uma amplificação com melhores resultados.

([1]) Analysis and Design of Video Amplifiers, RCA Review, Janeiro, 1949.

A compensação em derivação, pelo contrário, é a que conduz às menores larguras de banda.

A aproximação do andamento linear da característica de fase é também maior na compensação mista.

A relação $C_g/C_p = 2$ na compensação de quatro terminais é a que conduz aos melhores resultados, enquanto que o valor $\frac{L_2}{R^2_L \cdot C_t} = 0{,}414$ na compensação em derivação é o que conduz à resposta de frequência mais plana.

O exame das respostas transitoriais mostra que, em igualdade de condições, o tempo de crescimento é menor na compensação série, a qual conduz, em contrapartida, a uma maior sobrecompensação.

A compensação mista apresenta um tempo de crescimento e uma sobrecompensação intermédios.

Um máximo de sobrecompensação correntemente permitido por andar é de aproximadamente 1 %, e o mínimo tempo de crescimento de 0,1 μ seg.

Nos ensaios com onda quadrada são aconselháveis as frequências de repetição de 25 a 30 c/s para exame do comportamento do amplificador às baixas frequências, e de 50.000 a 70.000 c/s para exame do comportamento às altas.

BIBLIOGRAFIA

— Deutsch, S., «Theory and Design of Television Receivers», Mc Graw Hill, 1951.

— Zworykin and Morton, «Television», John Wiley & Sons, 1954.

— Cocking, W. T., «Television Receiving Equipment», Illife and Sons, 1947.

— Sarma, Dharmajit Gupta., «Design of Video Couplings», Wireless Enginner, Dez. 1954.

— Cooper, V. J., «The Transient Testing of Television Apparatus», «The Marconi Review», 1st Quarter, 1953.

— Kallman, Spencer, and Singer, «Transient Response», Proceedins of the I. R. E., Março, 1945.

— F. Bath und H. Kaden, «Über die Verzerrungen von Fernsehsignalen infolge von Dämpfungs und Phazenverzerrungen der Ubertragungsleitung», Entwicklungs — Berichte der Siemens & Halske, Set. 1954.

C. D. 536.71

GASES REAIS

RELAÇÕES p-V-T

PELO ENG.º QUÍM.-IND. (I. S. T.) ANTÓNIO SALES LUÍS

(Conclusão)

III] — Equações de estado

Como se sabe, a equação de estado de um gás (1) é uma expressão analítica que relaciona os valores da pressão, volume e temperatura desse gás, correspondentes a um dado estado de equilíbrio. Embora a equação dos gases perfeitos represente uma aproximação muito notável da realidade, os gases reais apresentam um comportamento que se afasta dos gases perfeitos. Note-se, no entanto, que, para densidades suficientemente baixas, os gases reais comportam-se como gases perfeitos. Por isso, a equação dos primeiros deve apresentar-se como uma generalização da dos gases perfeitos. Ela deve obedecer às seguintes condições limites:

1.º) — Quando a pressão tende para zero, a equação deve tomar a forma (2): $pv = RT$.

2.º) — No ponto crítico, deve satisfazer às condições expressas pelas equações:

$$\left(\frac{\partial p}{\partial v}\right)_T = 0 \qquad \text{(III. 1)}$$

$$\left(\frac{\partial^2 p}{\partial v^2}\right)_T = 0 \qquad \text{(III. 2)}$$

3.º) — As isométricas são aproximadamente lineares (3):

$$\left(\frac{\partial^2 p}{\partial T^2}\right)_V = 0 \qquad \text{(III. 3)}$$

(1) Refere-se a corpos definidos para duas das três variáveis p v T.

(2) Note-se que $\alpha = \frac{RT}{p} - v$ não tende para zero.

(3) Essa relação é exacta quando T tende para infinito.

excepto a pressões muito elevadas. A densidade elevada, a concavidade é dirigida no sentido crescente do eixo das temperaturas

$$\left(\frac{\partial^2 p}{\partial T^2}\right)_V < 0 \qquad \text{(III. 4)}$$

Mais de uma centena de equações de estado têm sido apresentadas, umas relativas a um gás ou conjunto de gases particular, outras relativas ao estudo de um fenómeno determinado e ainda outros com carácter geral (1). Algumas equações são puramente empíricas enquanto outras se baseiam em considerações de ordem teórica.

Note-se, contudo, que, em última análise, uma equação de estado é sempre uma expressão empírica e, consequentemente, só traduz os factos experimentais, com relativa exactidão, no intervalo em que foram determinadas as constantes.

A extrapolação não é legítima e pode conduzir a resultados afectados dum erro elevado. Assim, segundo salienta B. Dodge (2), a equação de Beattie — Bridgeman dá uma aproximação tão grosseira como a equação de van der Waals quando, para o azoto à 1.000 atmosfera, se extrapola os seguintes valores das constantes:

$$A_0 = 1{,}3445$$
$$a = 0{,}02617$$
$$B_0 = 0{,}05046$$
$$D = -0{,}00691$$
$$C = 4{,}20 \times 10^4$$

determinados experimentalmente e legítimos até à pressão de 134 at. Por outro lado, como

(1) As constantes dessa equação dependem, no entanto da natureza do gás.

(2) Ind. Eng. Ch. — Dez. 1932, pág. 1353.

salienta o mesmo autor, no caso do azoto a 273° K e 1.000 atmosfera, o cálculo da pressão a partir do volume observado, é:

— por meio da equação dos gases perfeitos:

$$p = 484 \text{ at}$$

— por meio da equacão de van der Waals:

$$p = 2.293 \text{ at}$$

sendo, portanto, menor o desvio no primeiro caso.

Neste trabalho fazem-se apenas referência às equações mais importantes.

III. 1] *Equações Clássicas*

São três as equações clássicas: de van der Waals, de Dietirici e de Berthelot as quais, respectivamente, se escrevem

$$p = \frac{RT}{v-b} - \frac{a}{v^2} \quad \ldots \text{ van der Waals} \quad \text{(III-5)}$$

$$p = \frac{RT}{v-b} \cdot e^{-\frac{a}{v.RT}} \quad \ldots \text{ Dietirici} \quad \text{(III-6)}$$

$$p = \frac{RT}{v-b} - \frac{a}{Tv^2} \quad \ldots \text{ Berthelot} \quad \text{(III-7)}$$

Estas equações, embora não sejam quantitativamente exactas, representam correctamente o comportamento qualitativo dos gases e, na maioria dos casos, representam uma melhor aproximação que a dos gases perfeitos. As duas últimas não apresentam vantagens em relação à equação de van der Waals. Esta pode considerar-se suficientemente correcta sempre que o volume seja bastante superior ao volume crítico, ou mesmo para valores mais reduzidos do volume, se a temperatura for superior à temperatura crítica. As constantes que figuram nessas equações podem, como já se viu, ser determinadas a partir dos valores críticos, pelas relações:

— equações de van der Waals:

$$b = \frac{v_c}{3} \qquad a = 3\, p_c\, v_e^2 \qquad \text{(III-8)}$$

— equação de Dietirici:

$$b = \frac{v^c}{2} \qquad a = e^2\, p_c\, v_c^2 \qquad \text{(III 9)}$$

— equação de Beethelot:

$$b = \frac{v_c}{3} \qquad a = 3\, p_c\, v_c^2 \,.\, T_c \qquad \text{(III 10)}$$

É de notar, no entanto, que ê sempre preferível e mais correcto, determinar as constantes por via experimental. Quando se desconheçam, a lei dos estados correspondentes é de concordância mais exacta.

A. Wohl propôs uma equação do tipo de van der Waals mas do 4.° grau em relação a v. Essa equação escreve-se:

$$p = \frac{RT}{(v-b)} - \frac{a}{v(v-b)} + \frac{c}{v^3} \quad \text{(III. 11)}$$

Ela reproduz, segundo investigações feitas por K. Wohl, os dados experimentais com um erro máximo de 1 %, até à densidade crítica. A. Wohl impôs que as 4 raízes fossem iguais no ponto crítico. Deste modo, as constantes estão relacionadas com os valores críticos pelas expresões:

$$a = 6\, v_c^2\, pc \qquad b = \frac{1}{4} v_c \qquad c = 4\, v_c^3\, pc \qquad \text{(III. 11)}$$

Esta equação apresenta a desvantagem de, no ponto crítico, ter um máximo e não um ponto de inflexão. Mais modernamente, J. Joffe propôs uma equação do 5.° grau em relação ao volume, sujeita à condição das 5 raízes serem iguais no ponto crítico. Esta já tem, no ponto crítico, um ponto de inflexão.

III. 2] *Equações sob a forma virial*

K. Onnes e investigadores da Physikalisch — Techniscge Reichsanstalt usaram as seguintes equações empíricas:

$$pv = A\left(1 + \frac{B}{v} + \frac{C}{v^2} + \frac{D}{v^3} + \ldots\right)$$

e

$$pv = A + b\,p + c\,p^2 + d\,p^3 + \ldots$$

em que:

$$A = A_o \frac{T}{T_o}$$

Os coeficientes A, B, C . . ., b, c, . . ., são funções da temperatura. Como se vê, essas equações omitem as potencias impares do volume específico e da pressão, com excepção da primeira potência [1]. Estas equações têm a desvantagem de exigirem grande número de dados experimentais, para serem suficientemente exactas.

III. 3] *Equação de Keyes*

A equação de Keyes é uma forma modificada equação de van der Waals, contendo, no entanto, mais duas constantes. A equação escreve-se

$$p = \frac{R\,T}{v - \delta} - \frac{A}{(v - l)^2} \qquad \text{(III. 13)}$$

em que

$$\delta = \beta \,.\, e^{-\frac{\alpha}{v}} \qquad \text{(III. 14)}$$

sendo *A*, *l*, α e β constantes empíricas. A determinação destas constantes, a partir de dados experimentais, é extremamente simples. Na verdade, como (equação III. 3):

$$\left(\frac{\partial^2 p}{\partial T^2}\right)_v = 0$$

vem:

$$p = a\,T + b \qquad \text{(III. 15)}$$

Traçando. então, as isométricas no plano (p, T) pode determinar-se, para cada uma delas, o vac lor de *a* e *b* [2]. Por outro lado, das equações (III-13) e (III-15) resulta que:

$$a = \frac{R}{v\text{-}\delta} \qquad \text{(III-16)}$$

$$b = \frac{-A}{(v\text{-}l)^2} \qquad \text{(III-17)}$$

[1] Por considerações teóricas, atinge-se uma equação em que figuram todas as potências.

[2] As constantes *a* e *b* são apenas funções do volume.

Esta última equação pode escrever-se sob a forma:

$$v = l + \frac{\sqrt{A}}{\sqrt{b}} \qquad \text{(III-18)}$$

Quer dizer, a função:

$$v = f\left(\frac{1}{\sqrt{b}}\right)$$

representa-se gràficamente por uma recta cuja intercecção com o eixo dos *bb* define o valor de *l* e cuja inclinação define o valor de A. As duas outras constantes determinam-se por meio das equações (III-16) e (III-14). Na verdade, conhecido *a* e *v*, a primeira destas equações permite determidar o valor correspondente de δ. Da equação (III-14) resulta que:

$$\log_e \delta = \log_e \beta - \frac{\alpha}{v} \qquad \text{(III-16)}$$

Quer dizer, a função:

$$\log_e \delta = f\left(\frac{1}{v}\right)$$

é representada por uma recta que permite determinar os valores da α e β.

Embora muito correcta e com constantes fáceis de determinar, esta aquação tem a desvantagem de, nos cálculos termo-dinâmicos, conduzir a integrais que não são calculáveis em termos de funções simples. Assim, no cálculo da variação da energia livre, a temperatura constante, figura o integral:

$$\int \frac{dv}{v - \beta\, e^{-\alpha/v}}$$

III. 4) *Equação de Beattie-Bridgeman* [1]

É uma equação mais complicada mas extremamente útil a qual tem sido grandemente aplicada no cálculo e correlação das propriedades termodinâmicas dos gases. A equação escreve-se:

$$p = \frac{R\,T(1 - \varepsilon)}{v^2}\,[v + B] - \frac{A}{v^2} \qquad \text{(III. 20)}$$

em que:

$$A = A_o \left(1 - \frac{a}{v}\right)$$

$$B = B_o \left(1 - \frac{b}{v}\right) \qquad \text{(III. 21)}$$

$$\varepsilon = \frac{c}{v\,T^3}$$

[1] No artigo «Síntese do Amoníaco» — «Técnica» — Out. 1950, pág. 17, faz-se uma aplicação desta equação.

em que a, b, A_o, B_o e c são constantes que devem ser determinadas experimentalmente. Como apontam Beattie e Stockmayier, esta equação dá uma representação satisfatória do comportamento dos gases não polares e uma representação regular da maioria dos gases polares, desde as mais baixas temperaturas até valores bastante superiores à temperatura de Boyle.

Tal como a equação de Keyes, a equação de Beattie-Bridgeman não pode escrever-se, pelos métodos correntes, sob a forma reduzida.

No entanto, para baixas pressões, Keyes apresentou essa equação sobre a forma :

$$pv = RT\left(1 + \frac{B_v}{v}\right) \qquad \text{(III. 22)}$$

ou

$$p_v = RT + B_v\, p \qquad \text{(III. 23)}$$

em que o valor de B_V é apresentado sob a forma de uma função universal por uma das seguintes expressões :

— para gases polares :

$$B_v = \frac{R\,T_c}{p_c}\left[0{,}1620 - \frac{0{,}4253}{T_R} - \frac{0{,}0667}{T_R^3}\right] \qquad \text{(III. 24)}$$

— para gases não polares :

$$B_v = \frac{R\,T_c}{p_c}\left[0{,}1384 - \frac{0{,}3140}{T_R} - \frac{0{,}1438}{T_R^3}\right] \qquad \text{(III. 25)}$$

Estas equações foram usadas por Keyes, com bons resultados, em muitos cálculos termodinâmicos. É recomendado para cálculos a baixas pressões quando só se conhecem os valores críticos.

* * *

Ao Prof. Luís de Almeida Alves mais uma vez agradecemos as críticas e sugestões apresentadas.

BIBLIOGRAFIA

— Curso de Química Tecnológica, Prof. Luís Alves.
— H. Marques Pereira, Técnica — 1950 — Out. — pg 17.
— Chemical Engineering Thermodynamics, B. Dodge.
— Chemical Process Principles — II, Hougen and Watson.
— States of Matter, H. Taylor and S. Glasstone.
— W. Lewis, Cope and Weber, Ind. Eng. Ch. — 1931 — pg 887.
— Brown and Smith, Ind. Eng. Ch. — 1932 pg 513.
— B. Dodge, Ind. Eng. Ch. — 1932 — pg 1553.
— W. Lewis, Ind. Eng. Ch. — 1933 — pg 725.
— W. Lewis, Ind. Eng. Ch. — 1934 — pg 325.
— Newton and Dodge, Ind. Eng. Ch. — 1935 — pg 302 e 577.
— W. Lewis, Ind. Eng. Ch. — 1936 — pg 32 e 257.
— Woolsey, J. Am. Ch. Soc. — 1936 pg 984.
— Edmister, Ind. Eng. Ch. — 1938 — pg 352.
— J. Beattie and Stockmayer, Phys. Soc. Rept. Prog. Phys. — 1940 — pg 195.
— Morgen and Child. Ind. Eng. Ch. — 1945 — pg 667.
— G. Su and Chang, J. Am. Ch. Soc. — 1946 — pg 1080.
— G. Su, Ind. Eng. Ch. — 1946 — pg 803.
— J. Joffe, J. Am. Ch. Soc. — 1947 — pg 540.
— J. Joffe, Ch. Eng. Progress — 1949 — Fevereiro pg 160.
— H. Meissner and R. Seferian, Ch. Eng. Prog. 1951 — pg 578.
— H. Meissner and R. Seferian, Chem. Eng. — 1951 — Outubro — pg 143.
— L. Nelson and E. Obert, Chem. Eng. — 1954 — Julho — pg 203.

DO MUNDO TÉCNICO

REVISTA DAS REVISTAS

C. D. 621.313.332

Os alternadores de curto circuito

Por A. Schnetzler

A construção de um alternador de curto circuito é baseada em pontos de vista inteiramente diferentes dos de um alternador destinado à produção de energia. Enquanto que para estes, as reactâncias são determinadas de modo que a potência do alternador não seja muito grande em caso de curto circuito, procura-se pelo contrário, por todos os meios, obter uma potência de curto circuito tão elevada quanto possível quando se trate de um alternador destinado a ensaios em curto circuito.

Para atingir uma grande potência de curto circuito, ou seja uma muito elevada corrente de curto circuito, as reactâncias devem manter-se tão fracas quanto possível. Trata-se das duas reactâncias de curto circuito de choque, a reactância transitória e a reactância sub-transitória. A reactância transitória é a que provém da dispersão devida ao enrolamento do estator e ao enrolamento do rotor. Quanto à reactância sub-transitória, devida à combinação das dispersões no enrolamento do estator e no enrolamento amortecedor, ela tem uma importância decisiva para o amortecimento da corrente de curto circuito imediatamente depois do seu estabelecimento.

Um meio de aumentar a potência de curto circuito é prever uma forte sobre-excitação no momento do curto circuito, isto é, uma excitação de choque, que permite obter uma potência no disparo quase igual à potência no estabelecimento, mesmo após uma duração relativamente longa do curto circuito.

O alternador de curto circuito, montado nos «Ateliers de Construction Oerlikon», tem uma potência no instante de ligação de 1500 MVA, sob uma tensão aos terminais de 14 kV, em ligação estrela. É uma máquina bipolar de rotor liso, pois que este tipo de construção dá as menores dimensões para a potência desejada, o que é igualmente vantajoso para as fundações que são brutalmente solicitadas durante o curto circuito.

O enrolamento deste alternador está previsto de modo a permitir as seguintes ligações:

Estrela-série.....	para tensões até	14 kV
Estrela-paralelo.....	» » »	7 kV
Triângulo série.....	» » »	8 kV
Triângulo-paralelo.	» » »	4 kV

Os esforços electrodinâmicos consideráveis que se produzem quando de um curto circuito, solicitam sobretudo as ligações frontais do enrolamento do estator. Foi possível à Oerlikon utilizar materiais isolantes novos, capazes de melhor suportar as pressões extremamente elevadas. Do mesmo modo, as fixações das cabeças das bobinas são de um género inteiramente novo e resistem a grandes esforços de arrancamento. Foi preciso igualmente impedir que perigosas vibrações pudessem deslocar as cabeças das bobinas.

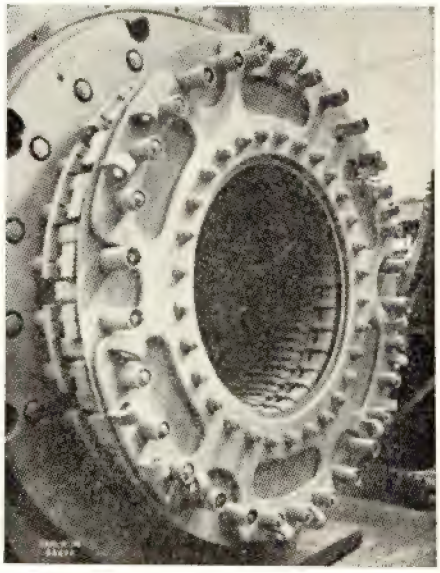


Fig. 1

Fixação e reforço das cabeças das bobinas por placas de bronze. As conexões frontais são "apertadas" automáticamente

Sabia-se, com efeito, que em virtude da compressibilidade dos materiais isolantes, um condutor individual adquire com o tempo uma certa liberdade de movimento, que corre o risco de permitir vibrações. Para evitar todos estes fenómenos indesejáveis, previu-se um isolamento das cabeças das bobinas baseado no emprego de resinas sintéticas endurecidas. Este género de isolamento constitui um envólucro incompressível, muito resistente ao calor e de grande rigidez dieléctrica, mas que permite contudo ao condutor experimentar pequenos alargamentos devidos ao calor dissipado pelas correntes de breve duração. Por outro lado previu-se um dispositivo de aperto automático que elimina todo o jogo susceptível de se pro-

duzir entre as ligações frontais. A fixação destas ligações deve igualmente ter em conta a solicitação devida aos esforços de torsão que se produzem nas cabeças

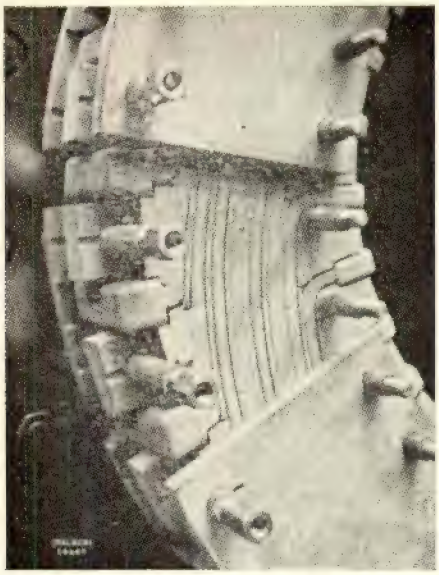


Fig. 2

Vista parcial das ligações frontais

das bobinas, sobretudo quando de curto circuitos trifásicos. A calagem muito cuidada das cabeças das bobinas está visível na fig. 1, enquanto que a fig. 2 mostra os detalhes das ligações frontais.

Teve-se um grande cuidado com as barras alojadas radialmente nas cavas. Estas barras são de liga de cobre particularmente duro e resistente. O seu isolamento consiste num canal sem soldadura, de material isolante duro, assegurando uma protecção muito eficaz contra os efluvios, tanto na cava como nos extremos do ferro. A fim de não se ser obrigado a desmontar uma grande parte do enrolamento em caso de avaria do isolamento numa cava, a construção foi prevista de modo que cada barra possa ser tirada e posta no seu lugar individualmente.

O rotor do alternador compõe-se dum bloco de aço de grande resistência, feito de uma só peça. Esta resistência não é exigida pela solicitação devida às forças centrífugas, como é o caso dos alternadores normais para produção de energia, mas principalmente pelas oscilações que se produzem quando dos ensaios de curto circuito. O rotor é munido de um enrolamento amortecedor repartido uniformemente por toda a periferia, a fim de evitar um aumento inadmissível da tensão na fase aberta quando de curto circuitos monofásicos.

A excitação é fornecida por um grupo de corrente contínua instalado separadamente (fig. 3) e que comporta um motor de accionamento, dois geradores de construção especial, cujo momento de inércia de 40000 kg/m² permite ao grupo conservar a sua velocidade de rotação quando da excitação de choque. Para compensar, neste caso igualmente, a reacção do induzido, está prevista uma excitação de choque para o circuito de excitação da excitatriz principal. Esta excitação é fornecida por uma excitatriz auxiliar, accio-

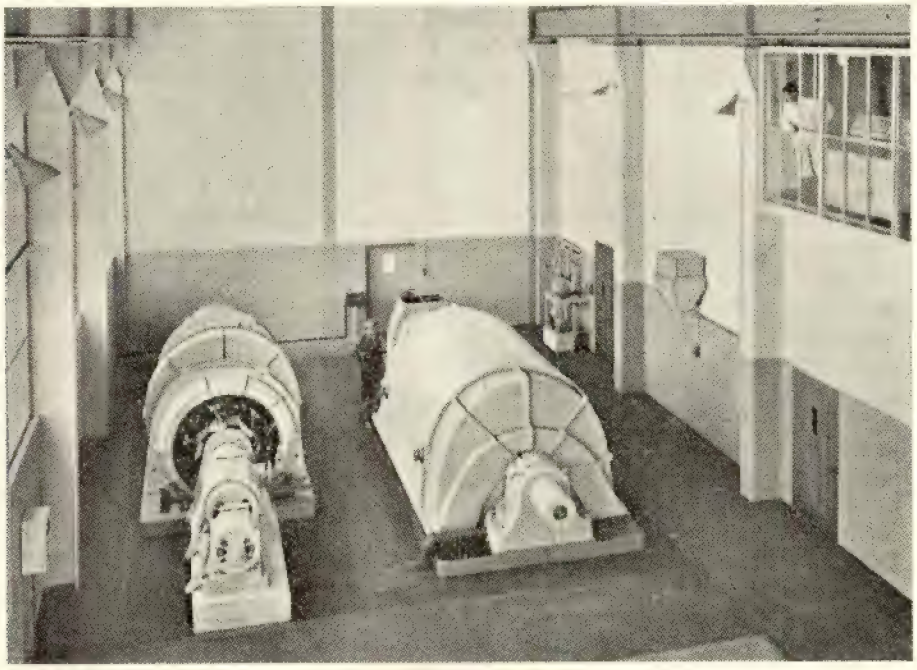


Fig. 3

Sala de máquinas da nova estação de ensaios de grande potência. Distingue-se, à direita, o alternador de curto circuito e à esquerda, o grupo de excitação choque correspondente. Ao cimo, à direita, o posto de comando.

nada pelo seu próprio motor, mas que pode ser igualmente acoplado à excitatriz principal por uma embraiagem.

A excitatação de choque do alternador de curto circuito tem uma importância particular para os ciclos da ligação «disparo-engate-disparo», pois ela permite atingir quando do segundo disparo uma potência ainda mais elevada que quando do primeiro. Quando a excitação de choque é suficientemente forte obtém-se com efeito, que a corrente de curto circuito conserva o seu valor, que corresponde à reactância transitória. A excitatriz de choque deve ter uma potência tal que possa fornecer a corrente de excitação durante um breve instante. As duas excitatrizes do laboratório de ensaios da Oerlikon foram por consequência previstas para uma corrente de 10000 A à tensão de 800 V. São normalmente ligadas em série e fornecem então uma tensão de 1600 V, enquanto que a excitação de choque corresponde a 20 vezes o valor da excitação em vazio. Quando do disparo de curto circuito pelo disjuntor em ensaio, a excitação de choque permite também conseguir que a tensão de restabelecimento se eleve muito ràpidamente, sobretudo durante os primeiros períodos, conformemente à constante de tempo subtransitória, depois continua a aumentar, conformemente à constante de tempo de vazio normal, que é muito grande. Em caso de reengate rápido do disjuntor em ensaio, a tensão em vazio aos bornes deste é um pouco mais elevada, apesar da diminuição de velocidade do alternador, de modo que a corrente de curto circuito seguinte atinge um valor mais elevado que quando do curto circuito precedente.

Quando o laboratório de ensaios de grande potência da Oerlikon estiver completamente equipado, funcionarão em paralelo dois alternadores deste género, o que duplicará a potência de curto circuito da instalação. A fim de que os dois alternadores possam ficar em paralelo quando de um curto circuito de longa duração e igualmente depois da sua abertura, devem satisfazer-se certas condições. É necessário sobretudo que a relação entre a potência de perdas e o momento de inércia seja sensìvelmente a mesma para as duas máquinas, de modo que após 0,2 s (10 períodos) a diferença de fase das duas correntes não seja superior a 20°. Esta exigência de uma diminuição uniforme da velocidade de rotação é naturalmente melhor satisfeita quando os dois alternadores são absolutamente idênticos.

(Extracto do "Bulletin Oerlikon" n.º 305 — Agosto, 1954)

C. D. 624.078:624.3

Nota sobre o cálculo das ligações dos goussets às cordas das vigas triangulares

Por Yi-Kan Hona

Introdução

O cálculo das ligações nos nós dos sistemas reticulares faz-se sem dificuldade para as barras do sistema triangulado, sendo o esforço solicitante da ligação o mesmo que o da barra, não se tratando todavia da mesma maneira a fixação dos goussets sobre as cordas, quando estas formam barras contínuas.

Muitas vezes toma-se para esforço solicitante desta ligação a resultante dos esforços máximos encontrados nas barras do sistema triangulado, concorrentes no nó considerado. É evidente que esta maneira de proceder não nos faculta a exactidão requerida, porquanto acontece que o valor máximo duma constante não corresponde à resultante dos valores máximos das componentes.

Esta é uma lacuna relativamente à qual, segundo o nosso conhecimento, poucos autores têm ligado, até ao presente, importância. O método de cálculo não foi apresentado de forma explícita em nenhum tratado. Para a resolução do problema da determinação da resultante mais desfavorável, o Professor Magnel, no seu «Cours de stabilité des constructions», remete-nos a um método de cálculo publicado por M. Muls, nos «Annales des Travaux Publics de Belgique», de abril de 1942.

É baseando-nos nesta memória que fomos conduzidos à simplicação que constitui o objecto da presente nota

Método de cálculo de M. Muls

Resume-se no seguinte: Consideremos por exemplo na viga da figura 1 o nó $4'$. Para determinar a linha de influência do esforço solicitante da ligação do gousset neste nó, é necessário decompor os esforços nos elementos da corda $4'3'$ e $4'5'$ (dadas pelas linhas de influência x_1 a b x_{11} e x_1 c d x_{11}) nas direcções das respectivas barras, conbinando-os em seguida segundo lei do paralelogramo afim de determinar a sua resultante.

Estas operacões estão realizadas na figura 1 quando a carga unitária actua em 3 e 5, sendo $R^3_{4'}$ e $R^5_{4'}$ as resultantes dos esforços nas barras da corda.

1.º — Para toda a posição da carga unitária no intervalo $x_1 x_3$ — intervalo para a qual as partes x_1a e x_1c das linhas de influência de $F_{4'3'}$ e $F_{4'5'}$ são concorrentes no eixo $x_1 x_{11}$ — o esforço na ligação é constantemente paralelo a $R^3_{4'}$. Os seus valores são representados pelas ordenadas do troço de recta $x_1 y_3$, sendo o ponto y_3 obtido por rebatimento de $R^3_{4'}$.

Relativamente ao intervalo $x_5 x_{11}$ ocorre o mesmo, sendo o esforço considerado de direcção constante e paralelo a $R^5_{4'}$ e a linha de influência a recta $y_5 x_{11}$.

2.º — Para o intervalo $x_3 x_5$ onde os troços ab e cd das linhas de influência dos esforços nas cordas não se cortam num ponto do eixo $x_1 x_{11}$, o esforço na ligação tem a sua direcção e a sua grandeza definidas por uma linha de influência polar de vértice x_{11} m^1_3 e x_{11} m^1_5 são $R^3_{4'}$ e $R^5_{4'}$.

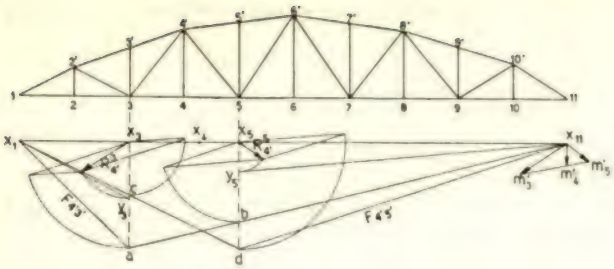


Fig. 1

Para uma posição x_i da carga unitária, o esforço da ligação é dado — em direcção e grandeza — pelo vector $x_{11}\, m'_i$ obtido dividindo $m'_3\, m'_5$ em segmentos proporcionais a $x_3\, x_i$ e $x_i\, x_5$, quer dizer:

$$\frac{m'_3\, m'_i}{m'_3\, m'_5} = \frac{x_3\, x_i}{x_3\, x_5}$$

Então, a linha de influência do esforço procurada é composta de três partes: dois troços extremos rectilíneos e uma parte polar para a zona intermédia. Como a direcção do esforço varia nestes três intervalos, resulta que para uma determinada solicitação, o esforço procurado é uma resultante geométrica e não se pode obter senão por um polígono de forças.

Este método põe em evidência que o esforço que solicita a ligação dos goussets muda constantemente de grandeza e direcção segundo a posição e o sentido do combóio de cargas, resultando que não passa sempre pelo centro de gravidade dos rebites de ligação

Apresentado sob esta forma, o cálculo das ligações é relativamente longo e complicado.

Mostraremos a seguir que é possível considerar sobre todo o comprimento da viga, o esforço de ligação do gousset como a resultante de duas componentes de direcção constante das quais cada uma é dada por uma linha de influência cartesiana habitual.

As três porções das linhas de influência podem-se reduzir a duas cartesianas.

Retomemos a viga da figura 1 e consideremos uma posição qualquer x_i (fig. 2) da carga unitária entre os nós 3 e 5, sendo $R^i_{4'}$ o esforço solicitante da ligação ao nó 4'.

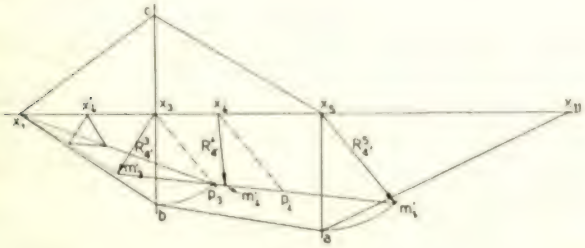


Fig. 2

A partir duma das propriedades geométricas estabelecidas por M. Muls (b § 12 da memória) o vector $R^i_{4'}$ tem a sua extremidade constantemente na recta m'_3 m'_5 unindo as extremidades de $R^3_{4'}$ e $R^5_{4'}$ e dividindo $m'_3 m'_5$ em segmentos proporcionais a $x_3\, x_i$ e $x_i\, x_5$.

Conduzamos $x_3\, p_3$ e $x_i\, p_i$ paralelas a $R^5_{4'}$. Pode-se mostrar que

$$\frac{p_i\, m'_i}{p_3\, m'_3} = \frac{x_i\, x_5}{x_3\, x_5}$$

Com efeito, ponhamos

$$k_1 = \frac{m'_3\, m'_5}{x_3\, x_5} \quad \text{e} \quad k_2 = \frac{p_3\, m'_5}{x_3\, x_5}$$

tem-se:

$$\begin{aligned} p_i\, m'_i &= p_i\, p_3 - p_3\, m'_i \\ &= p_i\, p_3 - (m'_3\, m'_i - p_3\, m'_3) \\ &= \frac{x_3\, x_i}{x_3\, x_5}\, p_3\, m'_5 - \frac{x_3\, x_i}{x_3\, x_5}\, m'_3\, m'_5 + p_3\, m'_3 \\ &= (k_2 - k_1)\, x_3\, x_i + p_3\, m'_3 \end{aligned}$$

donde dividindo por $p_3\, m'_3$ e como

$$\begin{aligned} p_i\, m'_i &= m'_3\, m'_5 - p_3\, m'_5 \\ &= (k_1 - k_2)\, x_3\, x_5 \end{aligned}$$

$$\frac{p_i\, m'_i}{p_3\, m'_3} = \frac{(k_2 - k_1)\, x_3\, x_i}{(k_1 - k_2)\, x_3\, x_5} + 1 =$$

$$= -\frac{x_3\, x_i}{x_3\, x_5} + 1 = \frac{x_i\, x_5}{x_3\, x_5}$$

q. e. d.

Vê-se então que $R^i_{4'}$ pode ser considerada como a resultante duma componente $x_i\, p_i$ paralela a $R^5_{4'}$ e por outra parte $p_i\, m'_i$ paralela a $m'_5\, m'_3$ e proporcional a $x_i\, x_5$. Por acção destas duas componentes $R^i_{4'}$ passa progressivamente da direcção $R^5_{4'}$ à de $R^3_{4'}$.

Resulta também que a linha de influência de $R^i_{4'}$ é obtida a partir da das suas componentes, a saber ba para $x_i\, p_i$ e cx_5 para $p_i\, m'_i$ com $x_3\, c = p_3\, m'_3$.

Para uma carga unitária encontrando-se sobre $x_1\, x_3$ vimos acima que o esforço $R^i_{4'}$ permanece paralelo a R^3_4, e é linear. Por homotetia passar-se-á o mesmo com as componentes tendo-se duas linhas de influência $x_1\, b$ e $x_1\, c$.

Para as posições da carga unitária sobre $x_5\, x_{11}$, a componente paralela a $m'_5\, m'_3$ não intervém e a linha de influência reduz-se a ax_{11}.

Em resumo a linha de influência procurada compõe-se duma parte de $x_1\, ba\, x_{11}$ cujo esforço é paralelo a $R^5_{4'}$, e duma outra de $x_1\, c\, x_5$ cujo esforço é paralelo a $m'_5\, m'_3$.

Resulta daqui que em vez de conservar a direcção de $R^5_{1'}$ pode também conservar-se a de $R^3_{4'}$ e associar

aí uma componente de direcção $m'_3\ m'_5$, apresentando então a linha de influência o aspecto da figura 3, onde $x_5\ c = p_5\ m'_5$.

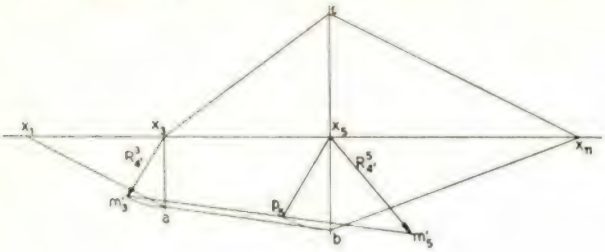


Fig. 3

Traçado das duas linhas de influência componentes

Desta maneira não temos mais do que considerar para o esforço procurado as duas componentes de direcção constante cujas linhas de influência são as linhas cartesianas correntes, onde se podem efectuar os somatórios algébricos dispensando-se o traçado do polígono de forças.

O aspecto das linhas de influência permite além disso simplificar as tentativas para a procura do esforço máximo no caso de cargas móveis.

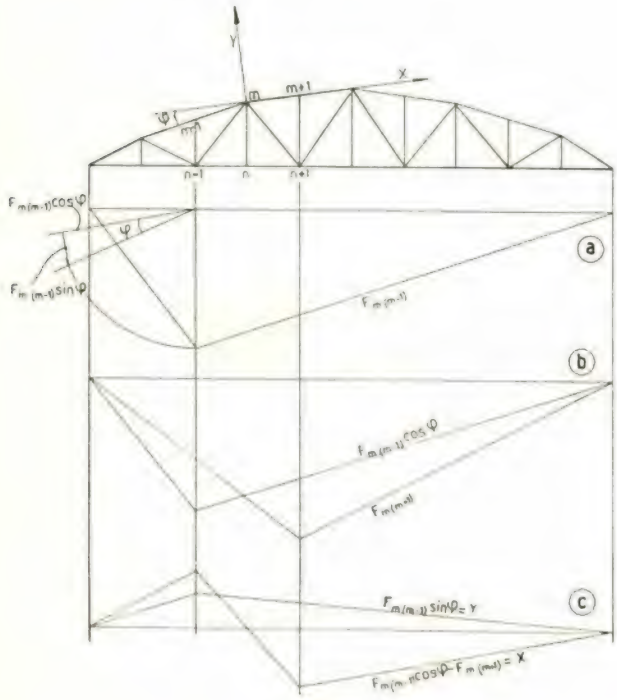


Fig. 4

Nesta ordem de idéias podemos mesmo ampliar as considerações no que se refere à direcção das componentes e tratar o problema simplesmente decompondo o esforço procurado nas suas projecções segundo dois eixos, de preferência ortogonais, além de evitar o erro possível no que diz respeito ao sentido das componentes. Assim no nó *m* da viga (fig. 4) se Fm (m — 1) e Fm (m + 1) são os esforços nas cordas adjacentes a este nó, tem-se com os eixos escolhidos e designando por X e Y as projecções do esforço que solicita a ligação

$$X = F\,m\,(m-1)\cos\varphi - F\,m\,(m+1),$$

$$Y = F\,m\,(m-1)\,\text{sen}\,\varphi.$$

As linhas de influência destas projecções são imediatas. Para maior clareza no desenho representámos

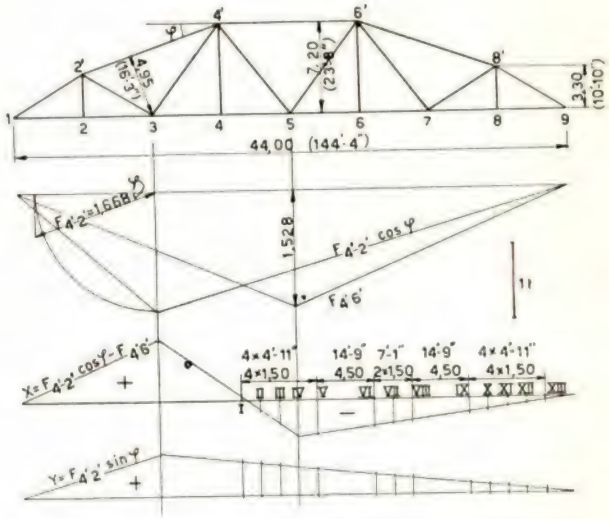


Fig. 5

na figura 4 em (a): a determinação gráfica das ordenadas máximas de

$$F\,m\,(m-1)\cos\varphi \quad \text{e} \quad F\,m\,(m-1)\,\text{sen}\,\varphi$$

traçando o ângulo φ paralelo ao da viga; em (b): as duas linhas de influência de

$$F\,m\,(m-1)\cos\varphi \quad \text{e} \quad F\,m\,(m+1)$$

para encontrar a sua diferença; finalmente em (c): as linhas de influência das duas componentes X e Y.

O problema, encarado sob este aspecto, torna-se elementar.

Aplicação numérica

Calcular o esfôrço no nó 4' da viga (fig. 5) para uma solicitação fixa de 30 toneladas por nó e o comboio de locomotivas de eixos de 25 toneladas cujo eixo IV se encontra em 5:

a) Cargas fixas

$$X = 30\,(1{,}5 \times 0{,}8125 + 0{,}175 - 4 \times 0{,}3) = 5{,}82\ \text{t},$$

$$Y = 30\,(1{,}5 \times 0{,}56 + 0{,}465 + 4 \times 0{,}225) = 66{,}2 \text{ t}$$

donde

$$R_{4'} = \sqrt{5{,}82^2 + 66{,}2^2} = 66{,}4 \text{ t}$$

b) Comboio de cargas

$$X = 25(-4 \times 0{,}2125 - 0{,}44 - 3 \times 0{,}31 - 5 \times 0{,}115) = -69{,}9 \text{ t}$$

$$Y = 25\,(5 \times 0{,}4 + 3 \times 0{,}24 + 5 \times 0{,}088) = 79 \text{ t}$$

donde

$$X_{total} = 5{,}82 - 69{,}9 = -64{,}08$$

$$Y_{total} = 66{,}2 + 79 = 145{,}2$$

$$R_{4'total} = \sqrt{64{,}08^2 + 145{,}2^2} = 158{,}8 \text{ t}$$

Esta resultante está inclinada sobre a corda 4'6' tomando para eixo Ox de ângulo α tal que

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{Y}{X} = \frac{145{,}2}{-64{,}08} = -2{,}26$$

O facto da posição considerada do combóio de cargas dar um X máximo negativo explica a inclinação de $R_{4'total}$ máximo para a esquerda.

De «Acier — Stalil — Steel», n.º 2, Fevereiro de 1955

BIBLIOTECA

REFERÊNCIAS SOBRE LIVROS RECEBIDOS

C. D. 025.4

Classificação Decimal Universal — Edição abreviada portuguesa — Edição preliminar.

Instituto de Alta Cultura — Centro de Documentação Científica. 1954, 173 págs.

Com a publicação deste volume dá-se um grande passo em frente na propaganda e desenvolvimento entre nós da Classificação Decimal Universal. Trata-se, como é dito nas Palavras Prévias que abrem o livro, de uma edição preliminar destinada, essencialmente, a servir de base a uma edição abreviada definitiva, corrigida em face das sugestões e críticas que forem recebidas pela Comissão Portuguesa da C. D. U.

A uma pequena nota histórica sobre a C. D U. seguem-se as indicações necessárias para a compreensão do que é, como se utiliza e que vantagens tem a Classificação Decimal; estas indicações estão escritas de forma clara e objectiva e permitirão ao leigo uma fácil apreensão das ideias fundamentais, apreensão essa que deve ter quem utilize uma tabela de Classificação Decimal.

O índice sistemático decimal ocupa 120 páginas e afigura-se-nos com bom desenvolvimento, embora só possamos apreciar devidamente as divisões 51/5 e 62/9; quanto às Tabelas Auxiliares de símbolos e sub-divisões, cuja aplicação é esclarecida com exemplos, parecem-nos resumidas mas bem escolhidas.

O índice alfabético relativo que deve ter por missão principal permitir encontrar ràpidamente um número quando não se possuam conhecimentos em determinado ramo ou não se esteja familiarizado com a parte das tabelas que lhe respeita, encontra-se, a nosso ver, demasiado resumido e incapaz de cumprir eficientemente essa missão.

Completa a obra uma colecção de referências bibliográficas sobre a C. D. U. A apresentação gráfica é razoável, atendendo a que se trata de uma edição preliminar.

FICHEIRO

Classificadores responsáveis:

Adelino Felgueiras Barreto, António Alves dos Santos, João Armando Costa Marques, João Manuel Martins Pereira, José Carlos Viana Baptista e Mário Canongia Lopes.

Recortar as indicações bibliográficas que formam uma ficha e estão encimadas por C. D. *(classificação decimal)*.

Colar cada referência num pequeno rectângulo de cartolina com 75 × 125 mm..

Ordenar pelos índices decimais, *começando da esquerda para a direita*, independentemente do número de algarismos que o índice contiver.

Consultar, em casos duvidosos, a exemplificação inserida na «Técnica» n.º 218 e seguintes, ou recorrer à Biblioteca da A. E. I. S. T..

Notar que a inserção das fichas nesta publicação respeita a ordem correcta, no intuito de a esclarecer o mais possível.

A comodidade de possuir no próprio local de trabalho um arquivo ordenado e de fácil consulta sobre assuntos que se sabe onde existem, é uma das evidentes vantagens de um ficheiro de Classificação Decimal.

Os assuntos de que estas fichas são referência ficam patentes à consulta a partir desta data.

LIVROS

C. D. 621.671.2

Modern developments in the use of large single-entry centrifugal pumps — *H. H. Anderson.*

The Institution of Mechanical Engineers, 22-10-954, vol. 1, págs 15.

C. D. 621.7 : 657

The accountancy service to works management — *C. E. Power.*

The Institution of Mechanical Engineers, 7-5-954, vol. 1, págs. 11.

C. D. 621.741/620.4

Developments in steel castings in the Heavy power plant industry — *F. Buckley.*

The Institution of Mechanical Engineers, vol. 1, págs. 8.

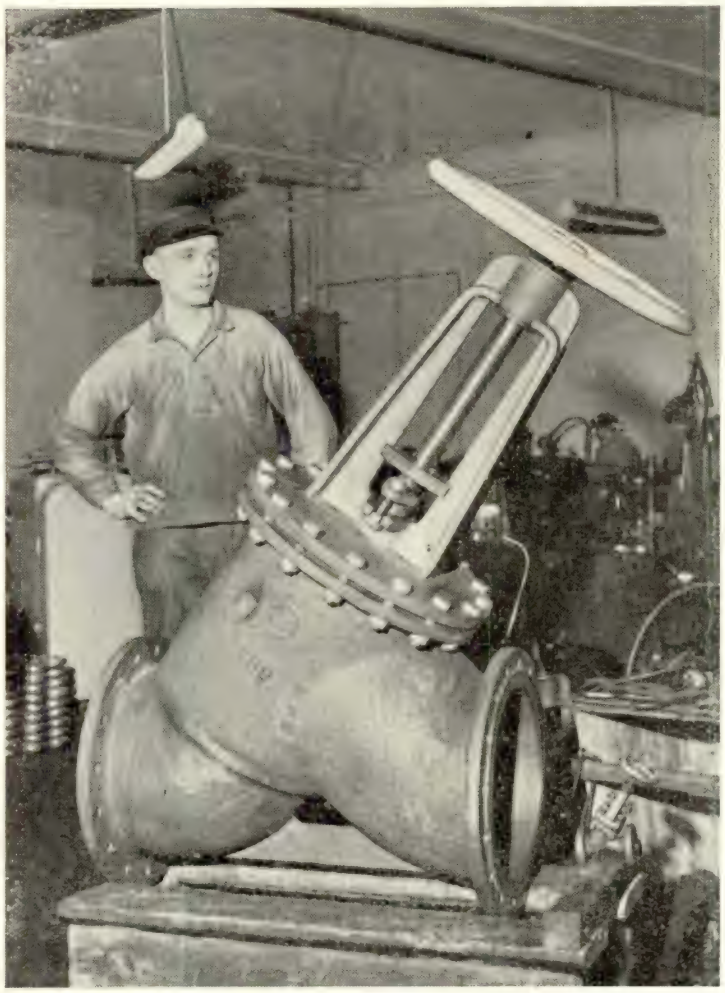
C. D. 621.753/57

Principles pratice governing interchangeability and the specification of manufacturing limits of size, as influenced by statiscal considerations — *Captain G. C. Adams.*

The Institution of Mechanical Engineers, vol. 1, págs. 12.

Avesta

AÇOS INOXIDÁVEIS ANTI-ÁCIDOS E REFRACTÁRIOS



Um produto das Fábricas Avesta
Válvula de corte, tipo AVR 210
em aço inoxidável Avesta 4535 S

STOCKS PERMANENTES PARA ENTREGA IMEDIATA

Representantes Exclusivos para Portugal:

Senna, Botto & Leitão, Lda.

Sede em Lisboa: Rua Nova do Almada, 14
Telef. 26054 / 28904 / 25554

Filial no Porto: Rua do Almada, 31
Telef. 28170 / 28392

AVESTA JERNVERKS AKTIEBOLAG
AVESTA — SUÉCIA
em actividade desde 1303

C. D. 621.753

Technical Features of new British standand system of limite and fits; The pratical application of the new British standard system of limits and fits — *H. G. Pearmain.*

The Institution of Mechanical Engineers, vol. 1, págs. 23.

C. D. 621.776.001/2 : 539.7

Cup-drawing from a flat blank:
Part I — Experimental Investigation
Part II — Analytical Investigation — *S. Y. Chung* e *H. W. Swift.*

The Institution of Mechanical Engineers, 30-11-951, vol. 1, págs. 27.

C. D. 621.802

Link Mechanisms in Modern Kimmatics — *Paul Grodzinski and Professor Ewen M'Emen.*

The Institution of Mechanical Engineers, vol. 1, págs. 14.

C. D. 621 82.2 [629.12] : 539.431.4

Contribution to improved accuracy in the calculation and measurement of torsional vibration stresses in marine proppeller shaftinq — *S. Archer.*

The Institution of Mechanical Engineers, 6-951, vol. 1, págs. 8.

C. D. 621.824.3 : 539.41

Shrink-fit investigation on simple rings and on full--scalle crankshaft webs — *Prof. A. S. T. Thomson, Prof. A. W. Scott, C. M. Moir.*

The Institution of Mechanical Engineers, vol. 1, págs. 19.

C. D. 621.438 — 44 : 629.12

Main propulsion gas-turbine set for the oil tanker AURIS — *B. E. G. Forsling.*

The Institution of Mechanical Engineers, 27-11-953, vol. 1, págs. 10.

C. D. 621.438.001.5

An experimental single-stage air-cooled turbine.
Part I = Design of the turbine and manufacture of some experimental internally cooled nozzles and blades.
Part II — Research on the performance of a type of internally air-cooled turbine blade — *J. Reeman e D. G. Ainley.*

The Institution of Mechanical Engineers, 1-5-953, vol. 1, págs. 24.

C. D. 621.511.4

The expression for work in a Root's blower — *J. Kestin* e *J. A. Owczarek.*

The Institution of Mechanical Engineers, 5-952, vol. 1, págs. 6.

C. D. 621.643.3 : 539.37/4

Experiments on short-radius pipe-bends, e The flexibility of short-radius pipe-bends — *Nicol Gross* e *Hugh Ford.*

The Institution of Mechanical Engineers, 12-12-952, vol. 1, págs. 28.

C. D. 621.671

Die Druckschwankungen in einer Zentrifugalpumpe und die rechnerische Bestimmung der Pumpencharakteristiken — *Mohamed Ismail Ibrahim Rashed.*

Dissertationsdruckerei Zeemann Ag., 1951, vol. 1, págs. 103.

ARTIGOS DE REVISTAS

C. D. 061.3.013 : 62 (7/8)

Estatutos da União Panamericana de Associações de Engenheiros (UPADI).

Engenharia — Órgão Oficial do Instituto de Engenharia, 8-954, n.º 141, pág. 385.

C. D. 331

Aplicación del principio «Pago proporcional a la Productividade» — *Allen W. Rucker.*

Dyna, 11-12, n.º 12, pág. 603 a 606.

C. D. 331 : 61

Higiene y Seguridade en el trabajo. El trabajo y salud mental — *J. Más-Guindal.*

Dyna, 12-954, n.º 12, pág. 625 a 629

C. D. 378 : 62

O ensino da Engenharia nos Estados Unidos — *Alberto Mazoni Andrade.*

Engenharia — Órgão Oficial do Instituto de Engenharia, 7-5-954, n.º 138, pág. 252.

C. D. 378 : 621.438

Britain's Gas Turbine School — *K. T. Fulton.*

The Aeroplane, 10-12-954, vol. 87, n.º 2264, pág. 843-6.

C. D. 378 : 72

Rapport de la commission SIA pour l'étude des questions concernant la formation des architectes.

Anexo ao Bulletin S. I. A., n.º 6' 12-954, pág. 7.

Suplemento ao Bulletin Technique de la Suisse Romande n.º 26, 12-954.

C. D. 518.5 : 533.6.011.4

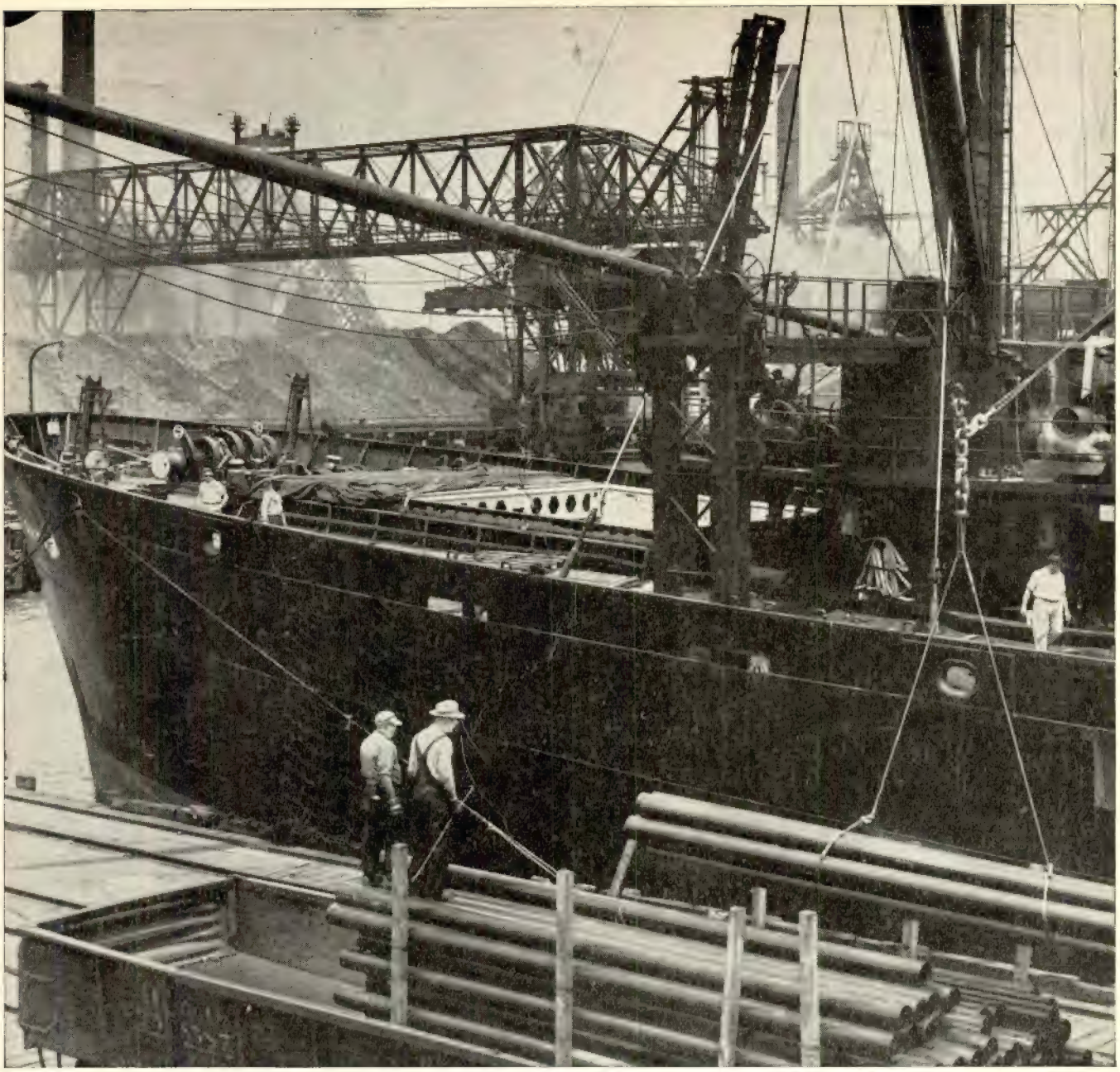
Three-dimensional analogue computer Predicting high-speed flight.

Engineering, 5-11-954, vol. 178, n.º 4632, pág. 596-7.

C. D. 318.5 : 621.38

Les machines à calculer électroniques — *M. J. Relegrin.*

Electricité, 9-954, n.º 208, pág. 231 a 235.



Da Usina, Diretamente para o Navio

A grande usina da Bethlehem, em Sparrows Point, no pôrto de Baltimore, é a maior usina, em todo o mundo, localizada junto a um pôrto marítimo. Os produtos destinados à exportação são ali embarcados diretamente para bordo dos navios — método que oferece duas grandes vantagens aos compradores.

Primeiro, elimina os atrasos provocados pela demora dos reembarques.

Segundo, exclui a possibilidade das avarias ocasionadas pelas operações de carga e descarga.

A usina da Bethlehem, em Sparrows Point, vem há muito prestando serviços ao mercado exportador. Localizada junto a um pôrto marítimo, está em condições de atender, com rapidez, a qualquer pedido de V.S. — com economia de dias e, às vêzes, de semanas. Bethlehem Steel Export Corporation, 25 Broadway, New York 4, E.U.A. Telegramas: "BETHLEHEM, NEWYORK."

A Bethlehem supre os mercados internacionais de tôdas as formas de aço, inclusive

BARRAS ★ LIGAS ESPECIAIS ★ AÇOS PARA FERRAMENTAS ★ CHAPAS PARA ESTRUTURAS ★ LÂMINAS ★ FITAS ★ FÔLHA DE FLANDRES ★ PRODUTOS DIVERSOS DE ARAME ★ VIGAS ★ TUBOS E TRILHOS.

Escritoriós e representantes em tôdas as principais cidades do mundo
Em Moçambique: Albino Dias de Carvalho, Lda., Lourenço Marques

★ BETHLEHEM STEEL ★

702P

C. D. 531.23

Momentos de 1.ª e 2.ª ordem de figuras planas — *Joaquim da Conceição Sampaio.*

Engenharia (Faculdade do Porto), 2-4-954, vol. 9, n.º 17, pág. 41.

C. D. 531.724 : 666.94

Apreciações sobre a superficie específica do cimento — *Alaõr Ferreira.*

Engenharia — Órgão Oficial do Instituto de Engenharia, 4-5-954, n.º 138, pág. 243.

C. D. 533.6.011

The Shock — Wave Cubic — *V. D. Naylor.*

Aircraft Engineering, 12-954, vol. 26, n.º 310, pág. 407-409.

C. D. 533.6.65 : 621.438

Technical aspects of thrust reversal — *George Curiel.*

The Aeroplane. 12-11-954, vol. 87, n.º 2260, pág. 696-7

C. D. 533.6.69

A Boost for Circulation — *G. V. Lachmann.*

The Aeroplane, 3-12-954, vol. 87, n.º 2263, pág. 808-11

C. D. 536.4 : 620.19

«Sandwich» materials to resist high temperatures — Skins brazed to metal honeycomb cores — *John V. Long* e *George D. Cremer.*

Engineering, 19-11-954, vol. 178, n.º 4634, pág. 670-1.

C. D. 536.4 : 629.13.014.32

Wings under Repeated Thermal Stress — *E. W. Parkes.*

Aircraft Engineering, 12-954, vol. 26, n.º 310, pág. 402-406.

C. D. 537.531 : 548.73

Sobre los principios de la difraccion de Rayos X — *Ing. A. G. de Baer.*

Philips al servicio de la ciencia y de la Industria, 1954, vol. 1, n.º 4, pág. 4 a 12.

C. D. 539.139

Stresses in short beams

1 — Experimental analysis

2 — Theoretical analysis and conclusions — *J. S. Caswell.*

Engineering, 12-11-954, vol. 178, n.º 4633, pág. 625-8; 19-11-954, n.º 4634, pág. 656-8.

C. D. 539.139.001.4

Demonstration apparatus for structural problems — Visual aid for moment distribution calculations — *R. J. Wilkins.*

Engineering, 5-11-954, vol. 178, n.º 4632, pág. 595

C. D. 539.319

The Torsion Centre of Girders — Application of Shell Analysis to Structural Sections — *J. S. Terrington.*

Engineering, 26-11-954. vol. 178, n.º 4635, pág. 688-91.

C. D. 539.41 : 536.49

Energy Theorem and Structural Analysis — *J. H. Argyris e S. Kelsey.*

Aircraft Engineering, 12-954, vol. 26, n.º 310, pág. 410-422.

C. D. 539.43 : 669.14.001.4

Fatigue Tests on Rolled Alloy Steels

Engineering, 31-12-954, vol. 178, n.º 4640, pág. 854-5.

C. D. 539.433

The Velocity of Brittle Fracture — Terminal Velocity Shown to be a Definite Fraction of Elastic-Wave Velocity — *D. K. Roberts e A. A. Wells.*

Engineering, 24-12-954, vol. 178, n.º 4639, pág. 820-1.

C. D. [541.127 : 541.6] : 547

Consideraciones sobre el desarrollo de ciertas reacciones orgánicas — *R. Biayna Nicolau.*

Revista Industrial y Fabril, 9-954, vol. 9, n.º 96, pág. 507-510.

C. D. 545.824

Investigaciones sobre nuevos materiales por medio de los rayos X — *Fred Behr.*

Ion, 9-954, vol. 14, n.º 158, pág. 537-540.

C. D. 548.73 : 778.5

Una nueva película para divulgar la difraccion de los raios X — *G. A. van der Malen.*

Philips al servicio de la Ciencia y de la Industria, 954, vol. 1, n.º 4, pág. 2 a 4.

C. D. 620.1

Sponsored Research on Light Alloys — *A. G. Thomson.*

Aircraft Engineering, 12-954, vol. 26, n.º 310, pág. 424-425.

C. D. 620.18 : 548.73

Aplicaciónes de la difraccion de rayos X — *W. Vogel.*

Philips al servicio de la Ciencia e de la Industria, 954, vol. 1, n.º 4, pág. 35 a 40.

Algumas aplicações da difracção de raios X, na investigação e controle normal de produção nas fábricas Philips.

C. D. 621.181.5

Automatic control of boilers — Fuel and air regulated by grid-controlled rectifiers.

Engineering, 19-11-954, vol. 178, n.º 4634, pág. 669.

C. D. 621.29

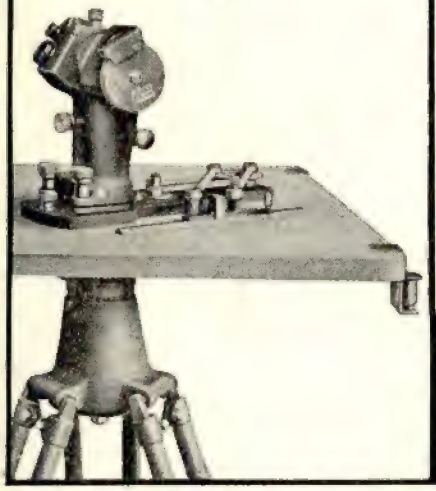
Largest Powerhosue — *L. A. Luther.*

Compressed Air, 9-954, vol. 59, n.º 9, pág. 254-257

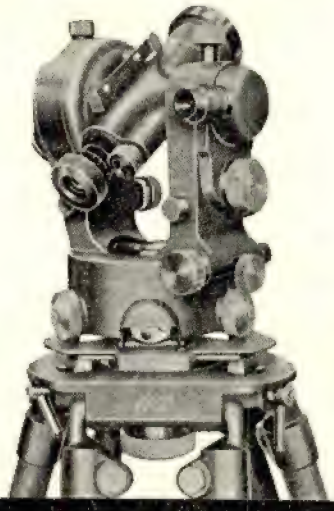
Modernos
INSTRUMENTOS GEODÉSICOS
KERN
— FABRICO SUIÇO —

Para um trabalho mais simples, mais preciso, mais rápido e menos árduo...

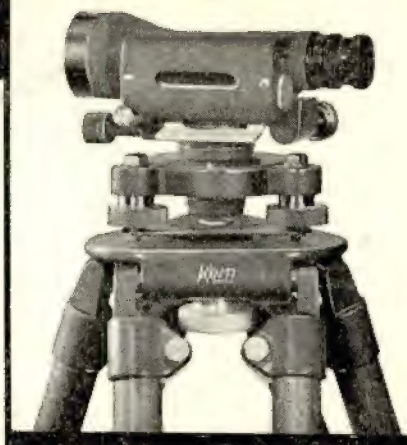
ALIDADES



TEODOLITOS



NÍVEIS



Kern AARAU

SEMPRE PARA ENTREGA IMEDIATA NOS REPRESENTANTES

EMÍLIO DE AZEVEDO CAMPOS & C.A, L.DA

PORTO — CASA FUNDADA EM 1854 — LISBOA

SENSACIONAL!...

Praça dos Restauradores, 74 — LISBOA

BAIXA DE PREÇOS...

Vespa

O Primeiro "Scooter" do Mundo

O INCESSANTE AUMENTO DE PRODUÇÃO
O CONSTANTE APERFEIÇOAMENTO DAS SUAS LINHAS DE MONTAGEM

Permitiram para o ano de 1955 os novos preços

Mod: 125-u - 10.500$00
Mod: 125 - 11.750$00

COM SELIM POSTERIOR, RODA DE RECURSO E CONTA-QUILÓMETROS
MOD. 125-U. 11.430$00 — MOD. 125 12.680$00

AS MAIORES FACILIDADES DE PAGAMENTO

C. D. 621.29

Potências das Usinas Hidráulicas — *Catullo Branco.*

Engenharia — Órgão Oficial do Instituto de Engenharia, 6-954, n.° 139, pág. 307.

C. D. 621.293 : 551.577

Pequeno estudo qualitativo sobre a dependência no nivel da represa Billings relativa a chuvas e consumos — *Ruy de Salles Penteado.*

Engenharia — Orgão Oficial do Instituto de Engenharia, 6, 954, n.° 139, pág. 280.

C. D. 621.311.22 : 624

La Centrale de Nantes — Cuéviré — Les travaux de génie civil — *René Guyot e Jaques Lay.*

La Technique Moderne — Construction, 10-954, vol. 9, n.° 10, pág. 339-350.

C. D. 621.313.322-82

Les alternateurs de la centrale de Harsprenget.

ASEA Revue, 1-7, n.° 1-4, pág. 7 a 20.

Estuda as caracteristicas e tipos dos alternadores que alimentam a rede de 380 KV sueca.

C. D. 621.313.322.002.72

Montage des gros alternateurs

ASEA Revue, 1-7, 954, n.° 1-4, pág. 20 a 29.

C. D. 621.314.6

Siemens Selenium Rectifiers por Direct Current Supply Systems — *Ernst Schröder.*

Siemens Review, 954, vol. 21, n.° 4, pág. 93 a 99.

C. D. 621.315.081.025(485)

Le réseau suédois à 380 k V

ASEA Revue, 1-7-954, n.° 1-4, pág. 3 a 7.

Relata o desenvolvimento da rede eléctrica sueca e alguns problemas da adaptação à tensão de 380 kW

C. D. 621.316.1

Cálculo de las corrienles de corto circuito en redes trifásicas — *Manuel Zuacala.*

Dyna, 12-954, n.° 12, pág. 586 a 589.

Elementos para o cálculo das correntes de c. c.

C. D. 621.316.72.078 : 621.313.322
621.224 — 325.3

Régulateurs et problémes de réglage de la centrele de Harspranget — *S. E. Hodström, H. G. Johansson, etc.*

ASEA Revue, 1-7-954, n.° 1-4, pág. 30 a.

Descrição sucinta dos reguladores de tensão e da turbina e resultado de ensaios. Alguns problemas de estabilidade.

C. D. 621.317 : 621.395

New Measuring Devices for Carries Systems — *Thilo e Thalneyer.*

Siemens Revien, 954, vol. 21, n.° 4, pág. 99 a 104.

C. D. 621.317.7

The Oscillograng-a new High-Speed Recording Oscilhograph — *Regenhart e Härtel.*

Siemens Revew, 954, vol. 21, n.° 4, pág. 113 a 118.

C. D. 621.32 : 331.82

Transcendencia de la luz artificial en la vida moderna — *Francisco Vidal Burdils.*

Revista Industrial y Fabril, 9-954, vol. 9, n.° 96, pág. 511-515.

C. D. 621.34 : 621.61

Equipement électrique des ventilateurs — *S. Widén.*

ASEA Revue, 11-954, n.° 6, pág. 78 a 87.

Escolha do tipo do motor.

C. D. 621.38

Sección Electronica — VI-Calentamiento por alta frecuencia — *Ramón de Lucas Cortueta.*

12-54, n.° 12, pág. 607 a.

C. D. 621.389

Electronic Central Systems of High Accuracy — *Gresshans e Megede.*

Siemens Review, 1954, n.° 4, pág 105 a 112.

C. D. 621.389 : 548.7

Despositivo adicional para espectrografia de rayos X — *W. Vogel.*

Philips al Servicio de la Ciencia y de la Industria, 1954, vol. 1, n.° 4, pág. 23 a 25.

A análise dos elementos por meio do espetro de raios X baseia-se nas propriedades atómicas dos mesmos.

C. D. 621.389 : 548.73

Un nuevo difractometro de rayos X — *W. Vogel.*

Philips al Servicio de la Ciencia y de la Industria, 1954, vol. 1, n.° 4, pág. 18 a 28.

C. D. 621.389 : 548.73

Generadores de difraccion de Rayos X — *W. Vogel.*

Philips al Servicio de la Ciencia y de la Industria, 1954, vol. 1, n.° 4, pág. 12 a 17.

C. D. 621.395.2

Siemens Type Neha Motorswitch PABXS 2/10 to 5/25 — *Pfaff* e *Kranst.*

Siemens Revew, 1954, vol. 21, n.° 4, pág. 119-123.

C. D. 621.432 + 621.438 : 629.135.4

Helicopter Power Systems.

The Aeroplane, 17-10-954, vol. 87, n.° 2265, pág. 882-6

Vista da nave das máquinas das instalações da Lusalite em África
Executada pela Fábrica Metalúrgica e Construtora CARAVELA, LTD.ª (Antiga OMES)

FÁBRICA METALURGICA E CONSTRUTORA

Nesta oficina executam-se também outros trabalhos; como:

Reservatórios, estruturas metálicas para aparelhos de elevação, postes metálicos, condutas metálicas, pontes metálicas, etc.

Sede: Avenida Infante D. Henrique — Talhão 10 — LISBOA

Telef. 399008 / 399480

C. D. 621.436.25

9.000 S. H. P. Marine Diesel Engine — Low Speed to Give Direct Drive to Propeller.

Engineering, 26-11-954, vol. 178, n.º 4635, pág. 708-9

C. D. 621.436.25

The Andritz Oil Engines — Efficient Two-Stroke Designs for Stationary or Marine Duty — *S. J. Davies.*

Engineering, 31-12-954, vol. 178, n.º 4640, pág. 858-63

C. D. 621.438

Rover's Auxiliary power unit.

The Aeroplane, 12-11-954, vol. 87, n.º 2260, pág. 698-701

C. D. 621.438 [537.6.65]

The development of Reheat.

The Aeroplane, 5-11-954, vol. 87, n.º 2259, pág. 664-5

C. D. 621.438 — 05

High-Velocity Combustion Systems.

The Aeroplane, 3-12-954, vol. 87, n.º 2263, pág. 814-5

C. D. 621.65

Positive displacement rotary pump — Bunkering uuit with capacity of 1.500 gallons per minute.

Engineering, 19-11-954, vol. 178, n.º 4634, pág. 672-3

C. D. 621.741 : 621.438 — 226.3

Napier's Investment Foundry.

The Aeroplane, 19-11-954, vol. 87, n.º 2261, pág. 730-1

«lost wax» precision casting (or investment casting) developed by Austenal in America for casting small components to close limits.

C. D. 621.741 (22)

Tame Bridge Foundry — Short runs of heavy and light weight castings.

Engineering, 15-10-954, vol. 178, n.º 4626, pág. 505-6

C. D. 621.77

Cálculo de la pressión de la laminación de formas planas de los metales y teorias acerca del mismo — *António Truan (Ingeniero Industrial).*

Dyna, 12-954, n.º 12, pág. 561-585.

C. D. 621.822.001.4

Testing Ball Bearings at High Rotational Speeds — *M. Graneek* e *H. L. Wunsch.*

Engineering, 26-11-954, vol. 178, n.º 4635, pág. 695-7

C. D. 621.838 — 525

Starting and Stopping Wheels of Industry — *Robert I. Nemmers.*

Compressed Air, 2-954, vol. 59, n.º 2, pág. 49-52.

C. D. 621.877

Momento de giro de los cables de acero. Cables antigiratórios — *Francisco Bernell.*

Dyna, 12-954, n.º 12, pág. 590-593.

C. D. 621.915/8

A Range of Toolroom Machines — Engraving, Die-Sinking, Profiling and Tool-Grinding.

Engineering, 26-11-954, vol. 178, n.º 4635, pág. 698-700

C. D. 621.944

Forming corrugated sheet by rolling.

Engineering, 5-11-954, vol. 178, n.º 4632, pág. 598.

C. D. 622.23

Hydraulic Rock Buster.

Compressed Air Magazine, 10-954, vol. 59, n.º 10, pág. 290

C. D. 622.66 — 83

Quelques considerations concernant le calcul d'une machene d'extraction à poulie Koeje — *F. Landeau.*

ASEA Revue, 11-954, n.º 6, pág. 71-77.

C. D. 624.012.47 (43)

The Development of Prestressed Concret in Germany — *P. W. Abeles.*

Civil Engineering and Public works Review, 11-954, vol. 581, pág. 1211.

C. D. 624.014.9

Aluminium Alloys In Civil Engineering — *D. V. Pike.*

Clvil Engineering and Public Works Review, 7-954, vol. 49, n.º 577, pág. 723.

C. D. 624.026 — 012.47

Escalier hélicoïdal préfabriqué en bêton précontraint.

La Technique Moderne — Construccion, 10-954, vol. 9, n.º 10, pág. 368.

C. D. 624.047.6

The Ultimate Strength of Short Axially Loaded Columns — *S. Mackey.*

Civil Engineering and Public Works Review, 11-954, vol. 49, n.º 581, pág. 1205.

C. D. 624.072.33

O método dos deslocamentos dos nós (Gehler), do Prof. Bonfim Barreiros — *F. Correia de Araújo.*

Engenharia (Faculdade do Porto), 2-4-954, vol. 9, n.º 17, pág. 1.

C. D. 624.072.33

Le calcul des ossatures étagées à cellules multiples sous l'action du vent — *E. Robert et L. Musette.*

L'Ossature Metallique, 12-954, 9.º ano, n.º 12, pág. 609-616

C. D. 624.072.33 — 041.63

Sobre o cálculo de linhas de influência de estruturas deslocáveis pelo método de Cross — *V. M. Sousa Lima*

Engenharia — Órgão Oficial do Instituto de Engenharia, 11-953, n.° 135, pág. 121.

C. D. 624.131.52

Étude de la stabilité des fondations sur une conche d'argile d'épaisseur limitêe — *P. Habib* e *L. Suklje.*

Anuales de l'Institut Technique du Batiment et du Travaux Publics, 11-954, n.° 83, pág. 1148-1166.

C. D. 624.134.034

Drill boat on the susquehanna — *C. H. Vivian.*

Compressed Air Magazine, 10-954, vol. 59, n.° 10, pág. 275.

C. D. 624.55 : 622.235

Vibrações provocadas por detonações e danos consequentes — *Victor F. B. de Mello.*

Engenharia — Órgão Oficial do Instituto de Engenharia, 12-953, n.° 136, pág. 153.

C. D. 625.26 : 625.282 — 833.6

Instalações para a conservação de Locomotivas Diesel-electricas — *C. E. de Leuw* e *J. E. Lindeu.*

Engenharia — Órgão Oficial do Instituto de Engenharia, 4-4-954, n.° 138, pág. 254.

C. D. 625.8.042.1

Les remontées capillaires sous les chaussées — *R. Peltier.*

La Technique Moderne — Construction, 8-954, vol. 9, n.° 8, pág. 275-283.

C. D. 628.15 (73)

Observações sobre os Serviços de Águas nos Estados Unidos da América do Norte — *Pedro Pasternak.*

Engenharia — Órgão Oficial do Instituto de Engenharia, 1-3-954, n.° 137, pág. 213.

C. D. 628.3 (73)

Impressões sobre os serviços de Saneamento nos Estados Unidos — *Alyr Doria.*

Engenharia — Órgão Oficial do Instituto de Engenharia, 6-954, n.° 139, pág. 295.

C. D. 628.35/6

Tanque séptico e disposição de seu efluente — *João M. Garcez Filho.*

Engenharia — Órgão Oficial do Instituto de Engenharia, 7-954, n.° 140, pág. 333-346.

C. D. 628.394

Bases para um programa de contróle da poluição das águas no Estado de São Paulo.

Engenharia — Órgão Oficial do Instituto de Engenharia, 7-954, n.° 140, pág. 347.

C. D. 628.511

Protecting men and machines from Dust — *R. J. Nemmers.*

Compressed Air, 9-954, vol. 59, n.° 9, pág. 242-247; 10-954, n.° 10, pág. 280-284.

C. D. 629.113

Trends in the design of motor cars — 1-Station wagons; suspension systems ; 2-Suspension systems and engines 3-Bodies, transmissious and brakes.

Engineering, 22-10-954, n.° 4630, pág. 540-2
29-10-954, vol. 178, » 4631, » 576-8
5-11-954, » 4632, » 608-10

C. D. 629.113 : 621.434.001.4/2

Testing and running-in tractor and car engines — New David Brown Plant now in use.

Engineering, 19-11-954, vol. 178, n.° 4634, pág. 673.

C. D. 629.12.001.4 (42)

The Admiralty experiment works at Haslar — *R. W. L. Gawn.*

Engineering, 15-10-954, vol. 178, n.° 4629, pág. 496-500

C. D. 629.128 : 621.791.735

Convertisseurs de sondage pour chanters navals.

Revue Brown Boveri, 5-954, vol. 41, n.° 5, pág. 181

C. D. 629.13 : 533.6.015.001.4

Transferring Flight Conditions to the Laboratory — Tests under Simulated Vibration, Varying Temperature and Humidity — *H. V. Clarke.*

Engineering, 24-12-954, vol. 178, n.° 4639, pág. 822-5

C. D. 629.13 : 616

Medical problems of the aircraft engineer — Vibration, noise, toxic substances, pressure effects — *F. Latham.*

Engineering, 8-10-954, vol. 178, n.° 4628, pág. 463-4

C. D. 629.13.014 : 533.6.65

Sucking and blowing.

The Aeroplane, 5-11-954, vol. 87, n.° 2259, pág. 666-7

C. D. 629.135.4 : 533.013

Flight Simulation for Helicopters.

The Aeroplane, 10-12-954, vol. 87, n.° 2264, pág. 847-9

C. D. 629.135.4 (42)

Helicopter training at Westland's.

The Aeroplane, 29-10-954, vol. 87, n.° 2258, pág. 634-9

C. D. 629.135.4.002.21

Building helicopters in quantity.

The Aeroplane, 19-11-954, vol. 87, n.° 2261, pág. 735-6

C. D. 629.2

Les nouveaux hangars du type — L. J. Dubois à Villacoublay.

L'ossature Metalique, 12-954, 9.° ano, n.° 12, pág. 591-593